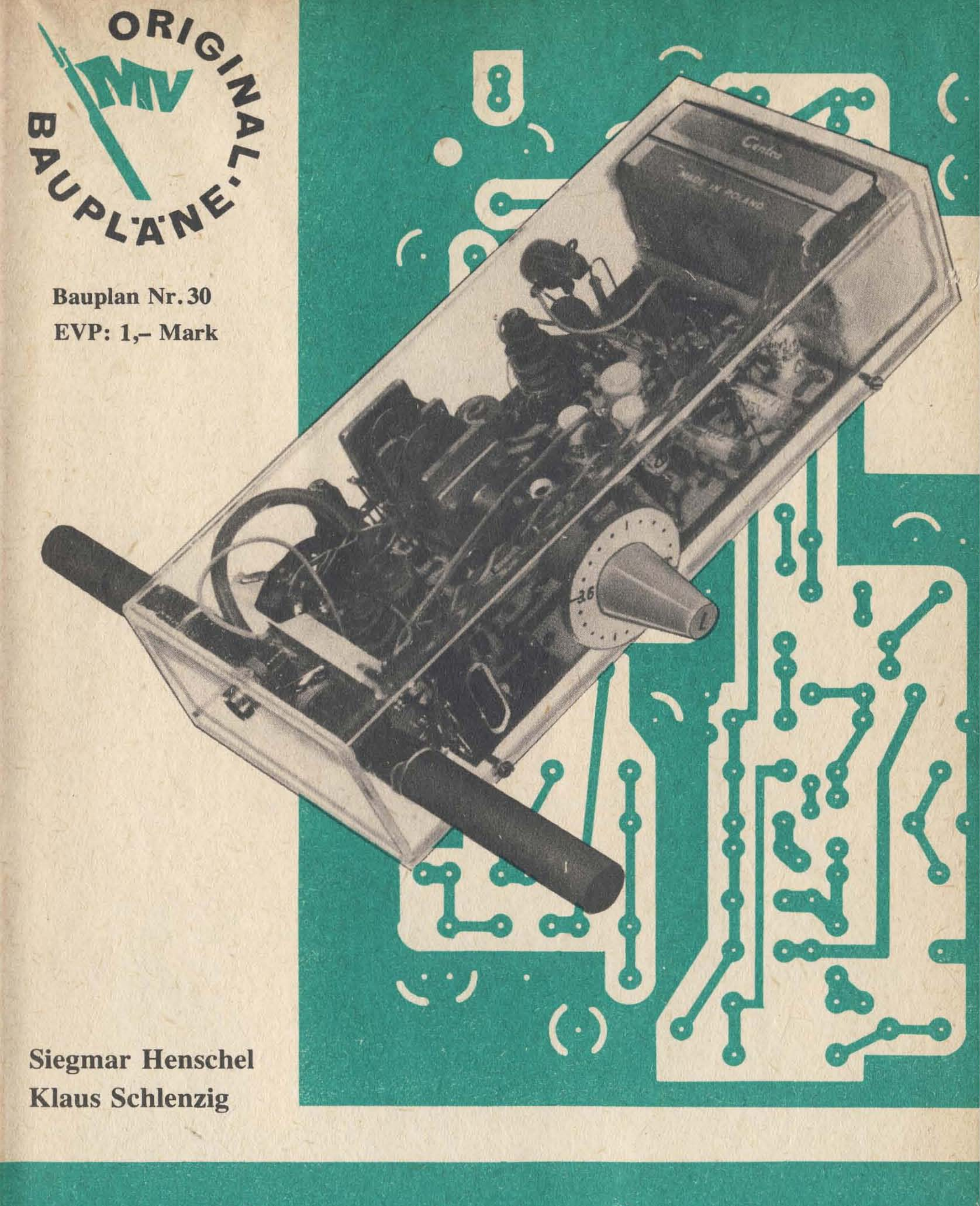


Bauplan Nr. 30

EVP: 1,– Mark

Siegmar Henschel

Klaus Schlenzig

3 Empfänger für Anfänger – mit 80-m-Fuchsjagdempfänger

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Dieser Bauplan hat ein doppeltes Anliegen. Zum einen bietet er einen relativ unkomplizierten und dennoch recht leistungsfähigen 80-m-Peilempfänger, der sich gut für die Teilnahme an Fuchsjagd-Kreis- und -Bezirksmeisterschaften eignet und damit in vielen GST-Einheiten Interessenten finden wird. Das Gerät ist »in der Praxis« entstanden; sein Konstrukteur arbeitet selbst mit einer Gruppe junger Fuchsjäger zusammen, die es in mehreren Exemplaren erfolgreich gebaut und schon vielfach eingesetzt haben.
Zum anderen enthält dieser Bauplan noch einen Kleinstempfänger für den Mittelwellen-Ortssender, den man als kleine Informationsquelle stets bei sich führen kann. Diese Kombination von gesellschaftlich und persönlich genutzter Technik dürfte viele Anfänger ansprechen. Fuchsjagden finden schließlich nicht alle Tage statt, und der vorgestellte Empfänger wurde nun einmal hauptsächlich für diesen Zweck geschaffen. (Man beachte auch die Hinweise in Abschnitt 5. auf die mögliche Störstrahlung; denn das Gerät sollte im Ausbildungszentrum auf die Einhaltung der entsprechenden Bestimmungen hin kontrolliert werden!) Der Kreis der sofort am vorliegenden Bauplan Interessierten würde dadurch zunächst auf die Leser begrenzt, die bereits mit Nachrichtensport und Fuchsjagden in Berührung gekommen sind. Viele (vor allem jüngere) Leser haben aber von dieser interessanten Sportart, die technische und körperliche Betätigung kombiniert, noch keine nähere Kenntnis.

Ihnen bietet der Bauplan zunächst in Abschnitt 6. einen kleinen Empfänger geringen Schwierigkeitsgrades für Ortssenderempfang. Es wird dabei nicht ausbleiben, daß man sich auch mit den anderen Abschnitten vertraut macht. Es schien daher sinnvoll, der eigentlichen Baubeschreibung zum Teil »Fuchsjagdempfänger« einige Erläuterungen voranzustellen, die wiederum für die nicht mehr neu sind, die bereits an Fuchsjagden teilgenommen haben. Die Autoren hoffen, auf diese Weise einen für einen großen Leserkreis nutzbaren Bauplan geschaffen zu haben.

2. Einiges über die Fuchsjagd

Fuchsjagden werden in verschiedenen Sportdisziplinen durchgeführt. In jungen Jahren erfreuen wir uns an der »Schnitzelfuchsjagd«, bei der man nach ausgestreuten Papierschnitzeln sucht und dadurch das Versteck des »Fuchses« findet. Je älter wir werden, um so höher sind die Anforderungen an die Jäger. Im Motorsport z. B. gilt es, während der Fahrt einem anderen Fahrer einen Fuchsschwanz, der am Motorrad befestigt ist, zu entreißen. Ein erfolgreiches Bestehen bei einer Motorradfuchsjagd erfordert technisches Können und viel Mut.
Im Nachrichtensport der Gesellschaft für Sport und Technik wird die Fuchsjagd »drahtlos« durchgeführt. »Füchse« heißen hier die im Gelände versteckten Sender, die mit Peilempfängern anzupeilen und aufzusuchen sind. Die Zahl der Sender liegt zwischen 2 und 4. Sie senden in bestimmten Zeitabständen. Außerdem arbeitet eine Zielbake im Dauerbetrieb. Sieger wird der Teilnehmer, der in kürzester Zeit alle Füchse aufgesucht hat und innerhalb der vorgeschriebenen Zeit (Limitzeit) an der Zielbake eingetroffen ist. Der Fuchsjagdsport stellt also eine Verbindung zwischen sportlicher Betätigung und Nachrichtentechnik her. Wer ein guter Fuchsjäger werden möchte, sollte für eine sportliche Betätigung Interesse zeigen, gut kombinieren können, über ein gutes Einfühlungsvermögen in technische Geräte verfügen und vor allem große Ausdauer haben. Außerdem muß er mit Karte und Kompaß umzugehen verstehen und sich in unbekanntem Gelände orientieren können. Das Einmaleins der Fuchsjagd ist nicht von heute auf morgen zu erlernen; es erfordert viel Training, bevor man größere Erfolge erzielen kann. Richtige Freude bereitet die Fuchsjagd erst, wenn sich die sportlichen Erfolge mit einem »Eigenbauempfänger« einstellen. Der vorliegende Bauplan soll eine Starthilfe für den jungen Fuchsjäger sein und behandelt u. a. einen Peilempfänger, der nachbausicher und billig ist. Das Gerät hat jedoch eine so große Leistungsfähigkeit, daß es bei größeren Fuchsjagden im DDR-Maßstab mit Erfolg eingesetzt werden kann. Außerhalb der Fuchsjagden ist der Empfang des 80-m-Amateurbands möglich. Man kann den Amateuren beim Funkbetrieb zuhören und nach Ablegen einer Prüfung als lizensierter Kurzwellenhörer indirekt am Amateurfunk teilnehmen.
Wer an einer drahtlosen Fuchsjagd interessiert ist, wende sich an das GST-Kreisausbildungszentrum »Nachrichten« oder an den zuständigen GST-Kreisvorstand. Diese Stellen nennen Termin und Ort der nächsten Fuchsjagd.
Die Teilnehmer, denen ein Sportarzt die Teilnahme zu gestatten hat, treffen sich am vereinbarten Ort. Vor dieser Zeit werden die Sender im Gelände versteckt und 2 Peilpunkte eingerichtet. Als Sender finden batteriebetriebene Transistorsender mit einer Leistung von etwa 5 W im 80-m-Band und etwa 1 W im 2-m-Band Verwendung. Diese Sender arbeiten mit automatischer Kennung. Auf dem 80-m-Band sendet man in Telegrafie A 1, d. h., der Sender wird im Rhythmus der Morsezeichen ein- und ausgeschaltet. Auf dem 2-m-Band werden die Signale in A 2 oder A 3 ausgesendet. Bei A 2 wird dem Hochfrequenzträger im Rhythmus der Morsezeichen eine Niederfrequenz aufmoduliert, bei A 3 erfolgt die Modulation durch Sprache (z. B. »hier ist der Fuchs 1«). Die Sender werden im 5-Minuten-Rhythmus nacheinander je 1 Minute eingeschaltet, die Zielbake ist während der gesamten Fuchsjagd in Betrieb.
Die Kennung der Zielbake lautet meist »hi« (in Morsezeichen: .... ..). Diese Kennung prägt sich leicht ein. Die Kennung der übrigen Sender wird vor Beginn der Fuchsjagd bekanntgegeben, ebenso die Frequenz, auf der jeder Sender arbeitet.

Für Trainingszwecke werden meist Sender mit kleinerer Leistung eingesetzt, auch ist die Anzahl auf zwei oder drei begrenzt. Bild 1 zeigt einen vollautomatischen Fuchsjagdsender für Trainingszwecke für das 80-m- und für das 2-m-Band. Die Kennung läßt sich einstellen und besteht aus Strichen oder Punkten. Eine eingebaute Zeitgeberschaltung schaltet den Sender 1 Minute ein und 4 Minuten aus. Damit sind die gleichen Bedingungen wie bei einer Fuchsjagd gegeben. Die Ausgangsleistung der quarzgesteuerten Sender beträgt auf dem 80-m-Band etwa 0,4 W mit der Modulationsart A 1 und auf dem 2-m-Band etwa 0,04 W mit A 2-Modulation. Diese Leistungen erlauben ein Fuchsjagdtraining im Bereich von etwa 1,5 km um den Senderstandort herum. Somit können größere Schwierigkeitsgrade in das Training einbezogen werden. Fuchsjagdsender dürfen nur von lizensierten Funkamateuren hergestellt und betrieben werden. Sie sind Eigentum der Gesellschaft für Sport und Technik.

Nachstehend aufgeführte Gegenstände benötigt der Fuchsjäger für die Teilnahme an einer Fuchsjagd:

a) Voraussetzung ist ein Empfänger für das betreffende Band, in dem die Fuchsjagd durchgeführt wird. Der Empfänger sollte folgende Anforderungen erfüllen:
   - gute mechanische Stabilität (er muß z. B. nach einem Sturz noch betriebsbereit sein),
   - gute elektrische Stabilität (der eingestellte Sender darf sich beim Anfassen des Empfängers oder beim Betätigen der Einstellung nicht verändern, ebenso beim Auftreten eines starken Senders),
   - großer Regelumfang (bei großer Entfernung vom Sender muß die Empfindlichkeit so groß sein, daß dieser noch gut zu hören ist, jedoch darf der Empfänger in 1 bis 2 m Entfernung vom Sender noch nicht übersteuert werden. Die Empfindlichkeit muß sich über einen Bereich von 1 : 1000 bis 1 : 10 000, d. h. 60 bis 80 dB, einstellen lassen),
   - gute Peilwirkung (auch bei großen Feldstärken in Sendernähe muß noch eine eindeutige Richtungsbestimmung möglich sein).

b) Notwendig ist weiterhin eine genau gehende Uhr, um die einzelnen Füchse während ihrer Sendezeit anpeilen zu können.

c) Ein wichtiges Hilfsmittel stellt der Kompaß dar.

d) Unbedingt erforderlich ist eine Kartenskizze vom Gelände, in dem die Fuchsjagd durchgeführt wird.

e) Man sollte einen Bleistift nicht vergessen, da ohne ihn Karte und Kompaß fast wertlos sind.

An Hand eines Beispiels soll nun der Ablauf einer Fuchsjagd erläutert werden. Auf der Kartenskizze (Bild 2) sind die beiden Peilpunkte (P 1 und P 2) eingetragen, von denen aus die Sender 1 bis 3 und die Zielbake (Z) angepeilt werden. Zuerst peilt man von P 1 die Sender an und überträgt die Peilrichtung auf die Karte. Danach werden die Fuchsjäger mit Kraftfahrzeugen zum P 2 gefahren und peilen von dort nochmals alle Sender an. An den Kreuzungspunkten der Peilstrahlen liegen die Standorte der Füchse. Wenn die Peilung sehr genau durchgeführt wird und die Richtungen sorgfältig auf die Karte übertragen werden, ist das Aufsuchen der Füchse leichter. In der Nähe von P 2 liegt der Start. Zuerst werden einige wehrsportliche Disziplinen durchgeführt (KK- oder Luftgewehrschießen und Handgranatenzielwurf), anschließend beginnt die Suche nach den Sendern. Die Reihenfolge, nach der der Jäger die Sender aufsucht, ist beliebig. Im Interesse einer möglichst kurzen Laufzeit sollte sich jeder Jäger einen genauen Laufplan erarbeiten. Nach Bild 2 ist die kürzeste Laufstrecke Fuchs 3, 1, 2, Ziel. Alle anderen Varianten ergeben größere Wegstrecken. Beim Peilen im Gelände sind einige Hinweise zu beachten, damit Fehlpeilungen vermieden werden:

a) Beim Peilen ist der Empfänger stets weit weg vom Körper und möglichst hoch zu halten (Bild 3).

b) Ein Peilen sollte nur von freien und möglichst hoch gelegenen Punkten aus erfolgen. Die Peilgenauigkeit nimmt zu, wenn man auf nahe gelegene Hügel, Holzstapel o. ä. steigt.

c) In der näheren Umgebung dürfen sich keine Metallgegenstände befinden, denn sie reflektieren den Strahl und lassen den Sender in einer anderen Richtung vermuten. Hochspannungsleitungen sollten grundsätzlich gemieden werden, denn der Sender scheint dabei »in der Leitung« zu sitzen. Bei Hochspannungsleitungen ist es günstig, in etwa 1 km Entfernung nochmals eine Peilung durchzuführen. Sie bringt dann Gewißheit über den eigentlichen Standort.

d) Beim Laufen von Fuchs zu Fuchs sollte das Gelände nach befestigten Wegen abgesucht werden. Ein »Querfeldeinlauf« erfordert wesentlich mehr Kraft.

e) In Sendernähe sucht man das Gelände nach natürlichen Verstecken ab (Häuser, Sträucher, Holzstapel usw.). Aber auch abgestellte Autos, Kinderwagen und dergleichen können ein gutes Fuchsversteck sein.

Wie diese Punkte zeigen, braucht der Fuchsjäger eine gute Laufkondition, einen sicheren Umgang mit Karte und Kompaß, gute Orientierungsmöglichkeit im Gelände und einen zuverlässigen Empfänger, wenn er einen der ersten Plätze belegen möchte. Die besten Teilnehmer einer Fuchsjagd werden zur Bezirksmeisterschaft delegiert. Die Besten der Bezirksmeisterschaft haben sich zur jährlich stattfindenden DDR-Meisterschaft qualifiziert. Die Fuchsjagd wird in mehreren Klassen durchgeführt:

- weibliche Jugend im Alter bis zu 18 Jahren,
- Frauen im Alter über 18 Jahre,
- männliche Jugend im Alter bis zu 18 Jahren,
- Männer im Alter über 18 Jahre.

Weibliche Teilnehmer können einen Fuchs nach eigener Wahl auslassen. Die wehrsportlichen Disziplinen sind nach den einzelnen Klassen gestaffelt.

3. Peilen

3.1. Allgemeines

Vor dem Bau von Fuchsjagdempfängern sollte das Verständnis für Vorgang und Zweck des Peilens stehen. Peilen bedeutet, den Standort eines oder mehrerer Sender mit einer richtungsempfindlichen Antennenanordnung zu bestimmen. Die Betrachtungen gelten hauptsächlich für das 80-m-Band.
Es wird davon ausgegangen, daß ein Sender hochfrequente elektromagnetische Wellen abstrahlt. Die Sendeantenne steht senkrecht, und in ihr fließen beim Senden hochfrequente Wechselströme. Diese bauen kreisförmig um die Antenne hochfrequente Magnetfelder auf. Gleichzeitig (besser gesagt: im Wechsel damit) werden hochfrequente elektrische Kraftfelder, zwischen Antenne und Erde verlaufend, aufgebaut. Beide Felder stehen also senkrecht zueinander. Im Wechselspiel von Auf- und Abbau entfernen sie sich unter Feldstärkeverminderung immer mehr vom Ursprungsort. Im Zentrum dieser Felder muß also der Sender zu finden sein. Diese Tatsache nutzen wir beim Peilen aus.
Dem Verständnis des Vorgangs dient die vereinfachte Modelldarstellung nach Bild 4. In einem geschlossenen Schwingkreis stehen bei Resonanz elektrisches und magnetisches Feld in ständiger Wechselwirkung (beim verlustfreien Kreis, einmal angeregt, theoretisch »ewig«). Die Energie pendelt also mit Resonanzfrequenz zwischen Spule und Kondensator. Zieht man dessen Platten immer mehr auseinander (wobei sich bei diesem Gedankenexperiment allerdings die Frequenz erhöhen müßte), so durchsetzen die elektrischen Feldlinien schließlich den Raum um den »offenen« Schwingkreis. Jeder elektrische Strom (auch dieser elektrische Verschiebungsstrom) hat nun wieder ein magnetisches Feld zur Folge, dessen Änderung, z. B. in einem Leiter, ebenfalls einen elektrischen Strom erzeugen kann (etwa in einer Stabantenne!), oder anders ausgedrückt: Es entstehen neue elektrische Feldlinien. Das elektromagnetische Wechselfeld breitet sich als elektromagnetische Welle mit Lichtgeschwindigkeit aus.
Das ist nur eine stark vereinfachte Darstellung. Um einen Sender richtig anpeilen zu können, muß der Empfänger mit einer für die Peilung gut geeigneten Antenne versehen sein. Für die Belange der Fuchsjagd im 80-m-Band haben sich zwei Antennenformen bewährt: Rahmenantenne und Ferritantenne.

3.2. Rahmenantenne

Diese Antenne ist eine flache Spule mit großer Öffnung. Sie besteht aus mehreren Drahtwindungen, die auf einem isolierenden Träger als Kreis- oder quadratische Wicklung aufgebracht bzw. in einem

kreisförmig gebogenen Rohr aufgewickelt sind (Bild 5). In dieser Spule entsteht, wenn sie von einem magnetischen Wechselfeld geschnitten wird, eine entsprechende Wechselspannung. Ihre Größe hängt ab von der Lage des Rahmens zum Feld. Durchlaufen die Feldlinien die Rahmenebene senkrecht, so entsteht die größte Spannung. Weiter ist es wichtig, daß man die Spule mit einem entsprechenden Kondensator auf die Senderfrequenz abstimmt, denn mit dem Gütefaktor des auf diese Weise entstehenden Schwingkreises steigt die Empfindlichkeit. Außerdem wird der Empfänger damit weniger störanfällig gegen Fremdfelder anderer Frequenz. Dreht man den Rahmen um 90°, so verlaufen die magnetischen Feldlinien parallel zur Spule, so daß die Empfangsspannung im Rahmen theoretisch zu 0 wird (s. Bild 6a). Es entstehen also 2 Maxima und 2 Minima, wenn man den Rahmen einmal um 360° um seine senkrechte Achse dreht. Die Antennencharakteristik (Empfangsspannung als Funktion der Richtung, aus der der Sender einfällt, aufgetragen) ist mit einer Acht vergleichbar (Bild 6c).

3.3. Ferritantenne

Bei der Ferritantenne liegen die Verhältnisse ähnlich. Dort trägt der Ferritstab, der die Eigenschaft hat, Feldlinien zu »sammeln«, die Spule. Dadurch kommt die wirksame Fläche in die Größenordnung der Rahmenantenne. In der Spule entsteht ein Empfangsspannungsmaximum, wenn der Ferritstab parallel zu den magnetischen Feldlinien liegt. Beim Empfangsminimum zeigt daher der Stab mit seiner Längsachse zum Sender (Bild 6b).
Damit sind die Richtungs- bzw. Spannungsverhältnisse bezüglich des Rahmens um 90° verschoben (Bild 6d).

3.4. Richtungsbestimmung

Bei der Richtungsbestimmung benutzt man vorteilhaft das Minimum, da das menschliche Ohr für Unterschiede kleiner Lautstärken empfindlicher ist als für große. Das Minimum liefert nun zwar die Richtung, nicht aber die Seite, auf der man den Sender zu suchen hat. Dazu müßte man von zwei verschiedenen Standorten aus peilen (s. Bild 7). Für die Seitenbestimmung von einem einzigen Peiler aus gibt es jedoch ein verblüffend einfaches Mittel: Eine übliche Stabantenne spricht auf das elektrische Feld an und gibt damit ebenfalls eine Spannung an den Empfänger ab. Stabantennen haben bei vertikaler Senderantenne Kreischarakteristik, d. h., sie empfangen aus allen Richtungen der Ebene, auf der sie senkrecht stehen, gleich gut. Ideale Verhältnisse ergeben sich, wenn man von Stabantenne und Ferritstab bzw. Rahmen (in »Maximumrichtung«) genau gleich große Spannungen erhält. Je nach Rahmen- bzw. Ferritstabrichtung addieren bzw. subtrahieren sich beide Komponenten, je nachdem, wie ihre Phasen zueinander liegen. Das Ergebnis ist eine herzförmige Antennencharakteristik nach Bild 8, mit der sich die Senderrichtung auch bezüglich der Seite einwandfrei bestimmen läßt. Um festzustellen, welche Richtung tatsächlich zutrifft, peilt man als erstes einen bekannten Sender an und markiert am Gerät die für Minimum gültige Senderrichtung.
Genauer betrachtet, ist folgendes schaltungstechnisch zu berücksichtigen, damit ein einwandfreies Minimum entsteht: Antennenstrom (vom Magnetfeld) und Antennenspannung (vom elektrischen Feld) sind unter idealen Empfangsbedingungen um 90° verschoben. Auslöschung setzt aber 180° Phasenverschiebung voraus. Das wird mit einer Antennenverlängerungsspule L_v erreicht (Bild 9). Die richtige Amplitude stellt man mit R ein. Bei richtiger Einstellung erhält man gleiche Amplituden beider Komponenten und 180° Phasenverschiebung, also Auslöschung.
Diese Betrachtungen beziehen sich auf ungestörte Ausbreitung. Metallische Gegenstände größerer Ausdehnung, durch Feuchtigkeit leitende Bäume, Gebäude, Freileitungen u. ä. können eine eindeutige Peilung erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen. Sie »schatten« entweder ab oder reflektieren die Wellen (die dadurch aus einer anderen Richtung zu kommen scheinen), oder sie wirken bei entsprechenden Ausmaßen sogar als Strahler. Weiterhin – aber das gehört eigentlich

schon nicht mehr in diesen Abschnitt – können einfache Empfänger begrenzter »Weitabselektion« durch starke Rundfunksender erheblich gestört werden, wenn sich diese in der Nähe befinden. Im allgemeinen veranstaltet man aber Fuchsjagden nicht in solch ungünstigen Gebieten.
Schließlich ist es leider so, daß auch eine magnetisch empfindliche Antenne zusätzlich auf das elektrische Feld anspricht, so daß sich das Minimum »trübt«. Daher muß ein Peilrahmen ebenso wie ein Ferritstab (genauer dessen Wicklung) elektrostatisch abgeschirmt werden (Schirm an Empfängermasse legen); doch darf dieser Schirm keine Kurzschlußwindung darstellen. Ein Peilrahmen z. B. wird deshalb in einem kreisförmig gebogenen Metallrohr untergebracht, von dem aber nur ein Ende an Masse liegen darf. Ferritstäbe erhalten einen geschlitzten Blechmantel, der ebenfalls nur einseitig anzuschließen ist.

4. Fuchsjagdempfänger

4.1. Was ist ein Fuchsjagdempfänger?

Als Fuchsjagdempfänger kann jeder Empfänger benutzt werden, der den Empfang des betreffenden Bandes gestattet und mit dem eine Richtungsbestimmung möglich ist. Ein einfacher Versuch zum Anpeilen eines Senders gelingt mit jedem Transistor-Koffer- oder -Taschenempfänger mit Ferritantenne.
Nach Einstellen eines möglichst nicht allzu stark einfallenden Senders dreht man den Empfänger langsam um 360°. Dabei wird der Empfang an 2 Stellen merklich leiser sein. (Die beiden möglichen Senderrichtungen ergeben sich aus Abschnitt 3.4.). Peilt man von einem zweiten Standort (wiederum unter Beachtung der Grundsätze aus Abschnitt 2.) und überträgt die Richtungen auf eine Karte, so kann dadurch der Standort des Senders ermittelt werden. Ermöglicht der Empfänger den Empfang des 80-m-Bandes und hat er einen Telegrafieüberlagerer (BFO), so können die ersten »Gehversuche« bei einer Fuchsjagd unternommen werden.
Ein als Rundfunkempfänger konzipiertes Gerät eignet sich jedoch wenig für Peilzwecke, da der Empfänger infolge der automatischen Lautstärkeregelung immer auf etwa konstante Niederfrequenz-Lautstärke geregelt wird, solange die Feldstärke am Empfangsort ausreicht. Einen Fuchsjagdempfänger muß man also selbst bauen! Der einfachste Empfänger ist der Detektor. Er hat folgende Nachteile:
- Es können nur tonmodulierte Signale empfangen werden.
- Durch die geringe Empfindlichkeit ist der Empfang nur über kleine Entfernungen möglich.
- Die schlechte Trennschärfe verhindert ein sauberes Trennen mehrerer starker Sender, was die Peilung erschwert.

Bild 10 zeigt einen einfachen Detektorempfänger mit Rahmenantenne. Die nach Bild 11 aufgebaute Rahmenantenne wird mit dem Drehkondensator (C 1) auf die Empfangsfrequenz abgestimmt, C 2 dient zur Festlegung der Bandgrenzen. Um den Drehkondensator für spätere Experimente verwenden zu können, sollte man sich gleich einen UKW-Drehkondensator mit einer Kapazitätsvariation von 4 bis 14 pF zulegen. Beim Muster wurde der Typ 1002 verwendet. Im allgemeinen benötigt man eine Bandspreizung, um im gewünschten Abstimmbereich leichter einstellen zu können. Im vorliegenden Fall dient C 2 diesem Zweck. Die Anfangskapazität C_{anf}, die sich bei herausgedrehtem Drehkondensator (kleinste Kapazität) für einen bestimmten Abstimmbereich mit f_a als höchster Empfangsfrequenz und f_e als niedrigster ergibt, läßt sich nach Gl. (1) berechnen:

$$C_{anf} = \frac{C_e - C_a}{\left(\frac{f_a}{f_e}\right)^2 - 1};$$

C_e – Endkapazität, C_a – Anfangskapazität des Drehkondensators. Übrigens ist $C_e - C_a = \Delta C$.
Verwendet man jedoch einen Drehkondensator mit sehr großer Kapazitätsvariation ΔC, z. B. den früher im »Mikki« benutzten mit einem ΔC von 70 pF, so wird für das 80-m-Band die Anfangskapazität zu groß und dadurch ein ungünstiges L/C-Verhältnis eingestellt, das zu einer schlechten

Kreisgüte und zu ungünstigen Empfangsverhältnissen führt. In diesem Fall muß der Drehkondensator »verkürzt« werden. Bild 12 zeigt ein Beispiel: Der Drehkondendator mit $C_a = 10\,pF$ und $C_e = 80\,pF$ wird durch einen 25-pF-Kondensator (C_v) »verkürzt«. Die Gesamtkapazität aus einer Reihenschaltung ergibt sich zu

$$C_{ges} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2},$$

$$C_{ges} = \frac{10 \cdot 25}{10 + 25} = 7{,}15\,pF \quad \text{für } C_a,$$

und

$$C_{ges} = \frac{80 \cdot 25}{80 + 25} = 19\,pF \quad \text{für } C_e.$$

Die dadurch erzielte Kapazitätsvariation beträgt somit $19\,pF - 7{,}15\,pF = 11{,}85\,pF$. Die Anfangskapazität für das 80-m-Band ergibt sich mit diesem Drehkondensator zu

$$C_{anf} = \frac{19 - 7{,}15}{\left(\frac{3{,}8}{3{,}5}\right)^2 - 1} = 66\,pF.$$

In diesem Wert sind die Anfangskapazität des Drehkondensators sowie alle Parallelkapazitäten des Schwingkreises enthalten. Man setzt für C_p einen Festkondensator von 56 pF ein. Die Induktivität der Schwingkreisspulen errechnet sich für den gegebenen Drehkondensator zu

$$L_{(\mu H)} = \frac{25{,}33 \cdot 10^3}{f_{a\,(MHz)}^2 \cdot C_{anf(pF)}}$$

$$L = \frac{25{,}33 \cdot 10^3}{3{,}8^2 \cdot 66} \approx 26{,}6\,\mu H.$$

Die Berechnung der Windungszahl für einen Spulenkörper erfolgt nach

$$n = K\sqrt{L},$$

wobei K ein für jede Spulenkörperform festgelegter Kernfaktor ist. In Abschnitt 5.3.3. wird die K-Wert-Bestimmung beschrieben. Nach diesen Formeln können alle im vorliegenden Bauplan verwendeten Schwingkreise berechnet werden.

Nach diesen Betrachtungen zum Eingangsschwingkreis nun wieder zum Detektor. Die im Schwingkreis L1, C1, C2 empfangene Frequenz wird an einer Anzapfung von L1 niederohmig abgenommen und über C3 dem als Spannungsverdoppler geschalteten Demodulator D1 und D2 zugeführt. Durch diese Schaltungsart ist die NF-Ausgangsspannung höher als mit nur einer Diode; die verfügbare Antennenenergie wird also besser genutzt. R1 ist der Arbeitswiderstand des Demodulators und C4 der Ladekondensator, der die HF kurzschließt. Als NF-Verstärker findet der noch bei Redaktionsschluß sehr preiswert erhältliche Ohrhörerverstärker »foni« Verwendung. Die NF wird dem Mikrofoneingang über eine Ohrhörerschnur zugeführt. Dieser einfache Detektorempfänger läßt sich für Frequenzen von etwa 150 kHz bis 6 MHz (d.h. Langwelle bis etwa 49-m-Kurzwellenband) in Sendernähe einsetzen. Die jeweils erforderlichen Schwingkreiselemente sind nach den angegebenen Formeln zu berechnen. Für höhere Anforderungen an die Empfindlichkeit muß der passive Demodulator durch ein aktives Bauelement ersetzt werden, also durch einen Transistor. An der Basis-Emitter-Diode wird die HF demoduliert. Die dadurch von der HF getrennte NF wird im gleichen Transistor verstärkt und kann am Kollektor entnommen werden.

Bild 13 zeigt die Schaltung eines für das 80-m-Band ausgelegten Audion-Empfängers. Der Eingangsschwingkreis L1, C1, C2 ist wie beim Detektor aufgebaut, wobei die Rahmenantenne in beiden Fällen durch den Ferritstab nach Bild 28 ersetzt werden kann. Über C3 wird dem Audion die Eingangsfrequenz zugeführt. Die Widerstände R1, R2 und R4 stellen den Arbeitspunkt von T1 ein. Die demodulierte und verstärkte NF wird am Kollektor abgenommen, C6 schließt HF-Spannungen kurz. Die NF führt man, wie beim Detektor, dem NF-Verstärker »foni« oder einem anderen NF-Verstärker zu. Zur Erhöhung von Selektivität und Empfindlichkeit wird der Schwingkreis durch eine Rückkopplung entdämpft. Hohe Frequenzstabilität brachte eine vom Gewohnten etwas abweichende

Rückkopplungsschaltung. Der kapazitive Spannungsteiler C4, C5 sowie der Widerstand R3 gestatten eine gute Einstellung der Rückkopplung mit relativ weichem Schwingeinsatz.

Mit R3 kann der Schwingkreis soweit entdämpft werden, daß sich das Audion selbst erregt. Diese Einstellung benötigt man für den Empfang von »tonlosen« Telegrafiesignalen (A1), um mit der vom Sender abgestrahlten getasteten Frequenz einen Überlagerungston zu erzeugen. Das Audion arbeitet dabei als Oszillator; es schwingt in unmittelbarer Nähe der Empfangsfrequenz. Da die Oszillatorspule (L1) als Schwingkreis ausgebildet ist, der eine möglichst große Energie aus dem Raum aufnehmen soll, strahlt diese Spule ebenfalls viel Energie in den Raum ab. Jeder andere Empfänger wird durch die Störstrahlung des Oszillators gestört, was ein Peilen der anderen Fuchsjagdteilnehmer unmöglich macht. Daher darf diese Schaltung nicht für A1-Empfang benutzt werden, sondern stets nur unterhalb des Schwingeinsatzes (also für A2 und A3, d.h. für NF-modulierte Telegrafie und für Telefonie). Bild 14 zeigt das Leitungsmuster und den Bestückungsplan für eine entsprechende Leiterplatte, von der Bestückungsseite aus gesehen.

Die Oszillatorstörstrahlung ist jedoch nicht der einzige Grund, warum man für eine Fuchsjagd kein Audion verwenden sollte. Stellt man den Empfänger fest auf einen Sender ein und ändert seine Sendeleistung, oder bewegt man sich in Richtung Sender, so gibt es einen Punkt, von dem an das Audion nicht mehr frei schwingt, sondern vom Sender synchronisiert wird. Es schwingt damit genau auf der Senderfrequenz, so daß keine hörbare NF mehr auftritt. Eine Richtungsbestimmung ist damit nicht mehr möglich, und man kann diese Fuchsjagd als beendet betrachten. Abhilfe schafft eine »regelbare« (einstellbare) Vorstufe, die die Oszillatorstörstrahlung herabsetzt und dem Audion nur soviel HF-Energie zuführt, wie gerade erforderlich ist. Bild 15 zeigt dazu den Übersichtsschaltplan. Selbst dieser verbesserte Empfänger ist für Fuchsjagden aber nur bedingt brauchbar, da die Einstellung der Rückkopplung und die Abstimmung auf den Sender sehr kritisch sind.

Ein leistungsfähiger und leicht zu bedienender Empfängertyp ist der Superhet. Bild 16 zeigt den Übersichtsschaltplan. Das von der Antenne gelieferte Eingangssignal (f_e) wird in der Mischstufe mit der Oszillatorfrequenz (f_o) auf eine niedrigere Frequenz, die Zwischenfrequenz, heruntergemischt. Es gilt $f_o = f_e + f_z$ oder $f_o = f_e - f_z$. Da die Mischstufe den Oszillator vom Eingangskreis entkoppelt und der Oszillator auf einer anderen Frequenz schwingt, ist ein Mitziehen durch starke Sender fast nicht möglich. Die in der Mischstufe gebildete ZF wird in einem mehrstufigen Verstärker mit entsprechender Bandbreite verstärkt und dem Demodulator zugeführt. Um die in die ZF umgesetzten Telegrafiezeichen hörbar zu machen, ist nochmals eine Mischstufe einzufügen, bei der die Ausgangsfrequenz im NF-Bereich liegt (meist um 1 kHz). Die 2. Oszillatorfrequenz liefert der »BFO«. Er schwingt um etwa 1 kHz ober- oder unterhalb der ZF. Die NF wird in einem getrennten NF-Verstärker verstärkt und dem Kopfhörer zugeführt. Der Aufbau eines konventionellen Überlagerungsempfängers erfordert durch die Vielzahl der Stufen sehr viel Erfahrung und einige Meßgeräte. Er ist für den Anfänger nicht zu empfehlen. Der in Abschnitt 5. beschriebene Direktmischempfänger stellt dagegen einen relativ einfachen Überlagerungsempfänger ohne ZF-Verstärker, Demodulator und BFO dar.

5. Direktmischempfänger für die 80-m-Fuchsjagd

5.1. Prinzip und weiterführende Literatur

Im folgenden seien nochmals einige allgemeine Informationen zusammengefaßt.

Ein Direktmischempfänger läßt sich am einfachsten im Vergleich mit einem üblichen Super charakterisieren. In beiden Fällen wird das Eingangssignal in einer Mischstufe mit dem im Empfänger erzeugten Oszillatorsignal gemischt. Die Unterschiede beginnen bei der Wahl der Zwischenfrequenz f_z. Beim »Normalsuper« schwingt bekanntlich der Oszillator um f_z über der Eingangsfrequenz f_e (zumindest in den AM-Bereichen), und von den in der Mischstufe entstehenden neuen Frequenzen (hauptsächlich $f_o + f_e$, $f_o - f_e$) wird im allgemeinen $f_o - f_e$ als f_z weiter verstärkt.

Im AM-Super liegt f_z im von Sendern freigehaltenen Bereich von 450 bis 470 kHz. Die Amplitudenmodulation eines Rundfunksenders mit f_e erscheint unverändert in f_z, d.h., aus $f_e \pm f_n$ (f_n = Niederfrequenz) wird für den ZF-Verstärker $f_z \pm f_n$. Nach ausreichender Verstärkung muß also f_n von f_z »demoduliert« werden. Dieses Empfangsprinzip ist hinreichend bekannt. Entsprechend der festgelegten Kennzeichnung der Funkverkehrsarten handelt es sich beim amplitudenmodulierten Sendungen mit Übertragung beider Seitenbänder ($f_e \pm f_n$) um die Übertragungsart »Telefonie« mit dem Kennzeichen »A3«. Fuchsjagdsender arbeiten dagegen im allgemeinen mit Telegrafiesignalen. Wird dabei eine (einzige) Tonfrequenz amplitudenmoduliert gesendet, d.h., werden Tonfrequenz oder Träger im Rhythmus der Telegrafiesignale getastet, so spricht man von »A2«. Da es gleichgültig ist, ob der Demodulator ein NF-Band oder nur eine einzige NF verarbeiten muß, kann jeder übliche AM-Rundfunkempfänger diese Signale wiedergeben.
Verzichtet man im Sender jedoch auf eine Tonmodulation, sondern tastet nur die unmodulierte HF, so erkennt man das in einem solchen Empfänger allenfalls am periodisch zu- bzw. abnehmenden Rauschen. Eine hörbare NF gewinnt man im Audion dann bei Betriebsart Selbsterregung, wenn dabei die (schwingende) Audionstufe um den Betrag einer hörbaren Tonfrequenz vom Eingangssignal verstimmt wird. Das ist im Nahfeld von Sendern meist nicht mehr möglich, da dann f_e das Audion synchronisiert. Die Differenzfrequenz wird dann zu 0, und es ist nichts mehr zu hören.
In einem für A1-Empfang eingerichteten Super dagegen wird im ZF-Verstärker eine 2. Hilfsfrequenz zugesetzt, die z.B. 1 kHz von f_z abweicht. Als Differenzfrequenz entsteht ein hörbarer Ton. Den Oszillator für diese Betriebsart nennt man BFO. Dieser Oszillator wird vom Sender nicht beeinflußt, so daß Nahfeldbetrieb möglich ist.
Die »Zwischenfrequenz« des Direktmischempfängers liegt im Gegensatz zum Super nicht im HF-, sondern bereits im NF-Bereich. Das heißt, daß der Oszillator auf einer nur um etwa 1 kHz (das ist ein bekanntlich gut hörbarer Ton) von f_e abweichenden Frequenz schwingt, wenn »tonlose« A1-Signale empfangen werden sollen. Je stabiler die Frequenz des Oszillators, um so weniger muß man den Empfänger bei der Fuchsjagd bedienen.
Wenn aber die ZF eine NF ist, braucht diese nur noch entsprechend verstärkt zu werden, damit man sie hören kann.
Ganz so problemlos geht es allerdings nicht. Abgesehen von der für Fuchsjagden im allgemeinen unerheblichen Tatsache, daß jeder Sender 2mal empfangen wird (nämlich bei $f_e - f_{01}$ und bei $f_{02} - f_e$; $f_{02} = f_{01} + 2f_n$), gelangen zunächst einmal alle möglichen anderen Frequenzen in den NF-Verstärker. Es sind dies neben f_e und f_0 die Mischprodukte auch anderer Sender, solange diese stark genug im Band erscheinen. (Jede Vorselektion hat schließlich nur eine endliche dämpfende Wirkung für Stationen, die ober- oder unterhalb des eingestellten Senders liegen.) Oberhalb von etwa 16 kHz hört man solche Frequenzen zwar nicht mehr, doch können sie (aber auch f_e und vor allem f_0) den NF-Verstärker unerwünscht übersteuern. Das ergibt Arbeitspunktverlagerungen und stellt seine Funktion in Frage.
Aus diesen Gründen sind Siebglieder in Form von Tiefpässen zwischen Mischstufe und NF-Verstärker nötig. Schließlich erreicht man die erforderliche Nahselektion (also gegenüber Sendern mit Frequenzen, die etwa 2 bis 16 kHz ober- oder unterhalb von f_e liegen) durch einen 1-kHz-Bandpaß. Das kann mit LC-Filtern, aber auch durch Auslegung des NF-Verstärkers als aktives RC-Filter geschehen.
Für die Mischstufe sind ebenfalls eine Reihe von Möglichkeiten bekannt. Für ihre Auslegung ist u.a. von Bedeutung, daß die abgestrahlte Oszillatorenergie einen möglichst kleinen Wert erreicht. Andernfalls werden andere Empfänger gestört. (Dieser Hinweis ist für die Einhaltung der Funkstörbedingungen der Post wichtig!) Die Gesamtempfindlichkeit des Empfängers wird außer vom NF-Verstärkungsfaktor von den Rauscheigenschaften des HF-Teils beeinflußt. Entsprechende Hinweise sind in der Bauanleitung enthalten. Über das Direktmischprinzip, seine Anwendungsbereiche und seine Grenzen wurden in den letzten Jahren einige Beiträge veröffentlicht, deren Studium dem am tieferen Eindringen bzw. an weiteren Experimenten Interessierten empfohlen werden kann. Nachstehend eine Auswahl: Petermann, B.: Der Direktmischempfänger, FUNKAMATEUR 18 (1969) Heft 11, Seite 552 bis 554.

Meissner, S.: Ein interessanter 80-m-Fuchsjagdempfänger, FUNKAMATEUR 19 (1970) Heft 3, Seite 137 bis 138.
Rohländer, W.: Details für Direktmischempfänger, FUNKAMATEUR 22 (1973) Heft 11, Seite 559.
Schubert, K.-H.: Der Direktmischempfänger für den KW-Empfang, Elektronisches Jahrbuch 1975, Seite 207 bis 218.
Der im folgenden beschriebene Fuchsjagdempfänger wurde speziell für den Nachbau für Anfänger entwickelt. Er ist so dimensioniert, daß sich der Nachbau ohne spezielle Meßgeräte ermöglichen läßt. Er gestattet nur den Empfang von Telegrafiesignalen; denn auf dem 80-m-Band arbeiten die Füchse fast ausschließlich in A1.

5.2. Schaltung des Direktmischempfängers für das 80-m-Band (Bild 17)

Als Antenne wurde ein Ferritstab 10 mm × 160 mm aus Manifer 240 verwendet. Zur Empfindlichkeitserhöhung und zur Verminderung des Empfangs von Nebenwellen muß der Eingangskreis mit dem Oszillator im Gleichlauf abgestimmt werden. Zu diesem Zweck wird die Induktivität des Ferritstabs (L3) durch L1 mit C1 bis C3 zu einem Schwingkreis erweitert, der mit L1 und C2 mit dem Oszillator auf Gleichlauf abgestimmt werden kann. Vom Ferritstab wird die HF niederohmig über C4 an die Basis des Mischtransistors T1 gekoppelt. An diesem Punkt liegt über eine Verlängerungsspule (L4) und den Spannungsteiler R23 die Stabantenne zur Seitenbestimmung. An den Emitter von T1 wird niederohmig die Oszillatorfrequenz eingekoppelt. Durch diese Schaltungsart ist es möglich, die Oszillatorstörstrahlung des Empfängers gering zu halten. Beim Direktmischempfänger wird die Eingangsfrequenz gleich auf die NF heruntergemischt. Der Oszillator schwingt also auf der gleichen Frequenz, auf der ein Sender empfangen werden soll. Bei A1-Empfang ist f_0 gegen f_e um etwa 1 kHz versetzt. Der Schwingkreis (L2, C3', C18) ist über C19 an den Oszillator, der in Clapp-Schaltung arbeitet, angekoppelt. Das vom Oszillator erzeugte Rauschen wird in T1 demoduliert und im NF-Verstärker verstärkt. Es bestimmt damit die Grenzempfindlichkeit des Empfängers. Aus diesem Grund wird der Oszillator auf einen geringen Kollektorstrom eingestellt. Ein Feldeffekttransistor würde einen noch geringeren Rauschbeitrag liefern; seine Handhabung ist jedoch für einen Unerfahrenen etwas problematisch.
Zur Vermeidung von Rückwirkungen des Eingangssignals auf den Oszillator wird die Oszillatorfrequenz niederohmig vom Kollektor entnommen. Der Mischer arbeitet ebenfalls mit geringem Kollektorstrom, um ein geringes Rauschen zu erzeugen.
Für eine möglichst große Mischverstärkung muß der Emitter von T1 für die NF geerdet werden. Die Oszillatorspannung findet an Dr1 einen genügend hohen Widerstand; für die NF stellen Dr1 und C6 einen Kurzschluß dar. Am Kollektor des Mischers wird die NF entnommen. C7, R6 und C8 halten HF-Reste und unerwünschte Mischprodukte vom NF-Verstärker fern. R1 gestattet eine kontinuierliche Lautstärkeeinstellung auch bei starken Signalen in Sendernähe. Über C9 wird die NF dem 3stufigen NF-Verstärker zugeführt. Dieser gleichstromgekoppelte Verstärker ist temperaturstabilisiert. Über das Netzwerk R11, C11, C12 und R12 ist der Verstärker vom Kollektor von T3 auf den Emitter von T2 stark gegengekoppelt. Er arbeitet nur bei Frequenzen um 1 kHz mit voller Verstärkung, während alle anderen Frequenzen stark gegengekoppelt sind. Die niederen Frequenzen werden außerdem am Emitterelektrolytkondensator C15 noch zusätzlich gegengekoppelt.
Bild 18 zeigt die Durchlaßkurve des NF-Verstärkers von C9 bis zur Kopfhörerbuchse. Durch den starken Abfall der Verstärkung oberhalb 1 kHz werden Sender, die weiter vom Nutzsignal entfernt liegen, stark geschwächt. Die Selektion ist trotz des geringen Aufwands gut.

5.3. Aufbau

Für den Zusammenbau des Empfängers, speziell für das Wickeln der Spulen und für das Bestücken der Leiterplatte, sollte man sich viel Zeit und die nötige Ruhe gönnen. Das ist sehr wichtig, denn die Erfahrung hat gezeigt, daß Ungeduld beim Selbstbauen leicht zu Flüchtigkeitsfehlern führt, die später, speziell vom Anfänger, ohne die nötigen Meßgeräte nur schwer zu finden sind und dadurch den Spaß am Selbstbauen verderben. Aus diesem Grund werden der mechanische Aufbau und der Abgleich etwas gründlicher erläutert. Ein völliges Verstehen der elektrischen Schaltung ist für einen funktionssicheren Nachbau nicht unbedingt erforderlich.

5.3.1. Vorbereiten der Leiterplatte

Die z. B. nach Originalbauplan Nr. 20 angefertigte Leiterplatte (Bild 19) wird an den äußeren Begrenzungskanten beschnitten. Die gestrichelten Linien bleiben unberücksichtigt. Man benutzt eine Laubsäge oder eine Tafelschere. Beim Schneiden von Hartpapier-Leiterplatten müssen diese auf der Bestückungsseite angewärmt werden (handwarm). Danach werden alle Löcher mit einem Bohrer von 0,9 bis 1,1 mm Durchmesser mit einer Maschine bei möglichst hoher Drehzahl gebohrt. Die Befestigungslöcher für die Montage im Gehäuse und für den Drehkondensator auf der Platte bohrt man mit einem Durchmesser von 3,1 mm. Die auf diese Weise vorbereitete Platine ist fertig für das Bestücken.

5.3.2. Bestücken der Leiterplatte

Sind alle in der Stückliste (Tabelle 1) enthaltenen Bauteile vorhanden, so kann mit dem Bestücken der Leiterplatte begonnen werden. Bild 20 zeigt den Bestückungsplan von der Bestückungsseite aus. Zuerst werden, von einer Seite beginnend (z. B. vom Eingang mit C1, C2 usw.), sämtliche Widerstände und Kondensatoren auf die entsprechenden Stellen der Leiterplatte gesetzt. Ob dabei jeder Widerstand und Kondensator einzeln eingelötet wird oder mehrere gemeinsam, ist gleichgültig. Stehend angeordnete Bauelemente sind auf dem Bestückungsplan durch einen Kreis mit konzentrisch angeordneten Punkten gekennzeichnet. An diesem Punkt ist das Bauelement auf der Leiterplatte angebracht. Sind alle Widerstände und Kondensatoren mit der Leiterplatte verlötet und die auf der Leiterseite herausragenden Drähte auf etwa 1 mm gekürzt, werden die Transistoren eingelötet. Zum Löten von Leiterplatten verwendet man einen Lötkolben von 20 bis 40 W, wobei eine saubere Lötspitze Bedingung ist. Sollte diese verzundert sein, so nimmt man sie, wenn es das Modell zuläßt, aus dem kalten Lötkolben heraus und säubert sie gründlich mit einer Drahtbürste. Die Spitze wird mit einer Feile metallisch blankgefeilt. Nach dem Zusammenbau des Lötkolbens und Inbetriebnahme reibt man die Spitze während des Erwärmens mit Fadenzinn (Lötzinn in Drahtform, mit Kolophonium gefüllt) ein, so daß sie »silbern« glänzt. Eine Lötstelle kann niemals sauberer sein als die Lötspitze. Das sollte man sich beim Arbeiten stets vor Augen halten. Zum Löten verwendet man Fadenzinn und als Flußmittel Löttinktur »C« oder eine andere möglichst wenig aggressive Substanz bzw. als Ersatz in Brennspiritus aufgelöstes Kolophonium. Lötfett, auch sogenanntes »säurefreies«, und andere Flußmittel sind nicht geeignet, da dadurch das Kupfer stark angegriffen wird. Innerhalb kurzer Zeit ist dann die Kupferfolie durchoxydiert.
Der Drehkondensator 1002 hat eine Untersetzung von 3 : 1, womit sich für den Bereich 3,5 bis 3,8 MHz $1\frac{1}{2}$ Umdrehungen der Antriebsachse ergeben. Wird eine Kreisskale (Bild 21) verwendet, so muß der Drehkondensator auf 1 Umdrehung geändert werden. Dazu wird der Kerbstift aus der Antriebsachse entfernt und ein um 3 mm längerer Stift aus 1,5 mm Eisen- oder Messingdraht in die Achse gedrückt. Der auf diese Weise geänderte Drehkondensator überstreicht den Bereich von 3,5 bis 3,7 MHz. Abschließend wird der Drehkondensator montiert. Beide Statoren und die Rotoranschlüsse sind durch kurze Drahtbrücken mit der Platine zu verbinden. Die fertig gewickelten Spulen L1 und L2 werden vorerst nicht aufgeklebt, sondern nur in die Schaltung eingelötet.

Folgende Bauteile bzw. Stützpunkte sind nicht auf der Platte, sondern im Gehäuse angeordnet: L3, R1, L4, C16 und die Kopfhörerbuchse. Bild 22 bis Bild 24 zeigen den fertig bestückten Empfänger aus verschiedenen Perspektiven. Aus Bild 25 ist die Beschaltung des Ferritstabs, der Verlängerungsspule L4 sowie von S^2 ersichtlich.

5.3.3. Anfertigen der Spulen

Das Wickeln der Spulen sollte mit besonderer Sorgfalt vorgenommen werden. Die beim Mustergerät verwendeten Spulenkörper mit dazugehörigen Windungszahlen wurden in Tabelle 2 zusammengestellt. Der Ferritstab wird wie folgt bewickelt (s. a. Bild 28):
Auf den Ferritstab legt man $1\frac{1}{2}$ Wdg. Prena-Band mit der Klebeseite nach außen, darauf werden 4 Wdg., 0,3-mm-CuLS-Draht (Lack-Seide-Isolation) angeordnet. Ein etwa 10 cm langes Stück Draht wird verdrillt herausgeführt, daran schließen sich 17 Wdg., 0,3-mm-CuLS an. Anfang und Ende von L3 sind ebenfalls etwa 10 cm lang. Diese Spule wird Windung an Windung gewickelt. Abschließend folgt $1\frac{1}{2}$ Wdg. Prena-Band mit der Klebeseite nach innen zum Festlegen der Windungen. Der Spulenanfang stellt das masseseitige Ende dar, die Anzapfung nach 4 Wdg. wird mit C4 und dem Schleifer von R23 verbunden, das Ende kommt an L1. Stehen die beim Mustergerät verwendeten Spulenkörper nicht zur Verfügung, so kann man den K-Wert der Spule (Kernfaktor) ohne große Hilfsmittel nach einer der folgenden Methoden leicht bestimmen:
Für die K-Wert-Bestimmung nach der 1. Methode benötigt man einen Kondensator mit einer Toleranz von weniger als 5% (handelsüblich sind 10%) und einen Rundfunkempfänger mit Außenantennenanschluß. Der Empfänger sollte so beschaffen sein, daß er ohne Antenne möglichst wenig empfängt. Auf die zu messende Spule wickelt man z. B. 50 Wdg., 0,3-mm-CuLS-Draht. Diese Spule wird mit dem Kondensator 100 pF zu einem Parallelschwingkreis zusammengeschaltet und als Sperrkreis an den Antenneneingang des Empfängers gelegt. Vorher stellt man am Empfänger im Bereich von 1200 bis 1600 kHz einen möglichst schwachen Sender ein. Nach Zwischenschalten des Sperrkreises in die Antennenzuleitung wird durch Drehen des unbekannten Abgleichkerns in der Spule der empfangene Sender auf minimale Wiedergabelautstärke eingestellt. Beim Herausdrehen des Abgleichkerns verringert sich die Induktivität und umgekehrt. Durch Zu- bzw. Abwickeln von Windungen wird versucht, den eingestellten Sender etwa in Kernmittelstellung am leisesten zu empfangen. Aus Kapazität und Frequenz läßt sich die Induktivität wie folgt berechnen:

$$L = \frac{2{,}533 \cdot 10^4}{f^2 \cdot C};$$

L in µH, f in MHz, C in pF.

Den K-Wert bestimmt man aus der Induktivität L und aus der Windungszahl n zu $K = \frac{n}{\sqrt{L}}$.

Für die folgenden Rechenoperationen ist die Induktivität immer in µH einzusetzen. Die Windungszahl für L1 oder L2 auf dem neuen Spulenkörper berechnet man nach $n = K\sqrt{L}$.
Werden diese Arbeiten sorgfältig ausgeführt, so erreicht man nach dieser Methode ausreichende Genauigkeiten (Toleranz etwa 20%). Die Induktivität einer Spule läßt sich mit ausreichender Genauigkeit auch mit einem Grid-Dip-Meter bestimmen. Die zu messende Spule wird dazu mit dem Kondensator zu einem Parallelschwingkreis zusammengeschaltet. Mit dem Grid-Dip-Meter stellt man die Resonanzfrequenz des Kreises fest. Aus »Dip-Frequenz« und Kapazität können wie im vorigen Beispiel L und K bestimmt werden.

5.3.4. Anfertigen des Gehäuses

Woraus und auf welche Weise das Gehäuse gebaut wird, das richtet sich nach den Fähigkeiten und Möglichkeiten des Amateurs. Im folgenden wird ein Gehäuse aus Basismaterial für Leiterplatten auf Hartpapiergrundlage beschrieben. Bei der Bearbeitung sollten die Hinweise in Abschnitt 5.3.1. beachtet werden. Bild 29 enthält die Abmessungen für alle Einzelteile des Gehäuses. Zunächst schneidet man die Platten mit den entsprechenden Abmessungen zu, bringt die erforderlichen Bohrungen an und schält an den markierten Stellen das Kupfer nach Einritzen der Begrenzungslinien ab. Danach werden die Kanten aneinandergelegt und mit einem nicht allzu kleinen Lötkolben (60 bis 100 W) miteinander verlötet. In die oberen Ecken werden entsprechend Bild 30 M3-Muttern aus Messing eingelötet. Vor dem Einlöten schraubt man in die Muttern Eisenschrauben, um ein Verschmieren des Gewindes mit Lötzinn zu vermeiden.
Auf Teil G wird ein Stück Messing- oder Weißblech (z. B. von einer alten Konservendose) aufgelötet, um ein Herausfallen des Batteriedeckels zu vermeiden. Teil I (Montageplättchen für den Lautstärkeregler R1) wird als letztes Teil in das Gehäuse eingelötet. Wer noch kein Gehäuse aus Basismaterial zusammengelötet hat, sollte sich vorher mit einigen Abfallstücken im Gehäusebau üben. Bild 31 zeigt den fertig montierten Empfänger.

5.4. Inbetriebnahme und Abgleich

Wenn die Leiterplatte vollständig bestückt ist, wird nochmals die Lage aller Bauelemente auf der Leiterplatte mit dem Bestückungsplan verglichen. Eine Überprüfung der Bauelemente mit der Stückliste ist empfehlenswert. Sind keine Fehler vorhanden, schließt man an T4 die Kopfhörerbuchse und an C17, C9 den Lautstärkeregler an. In die Plusleitung zur Batterie schaltet man ein Meßinstrument mit 5 bis 10 mA Endausschlag. Nach Anschluß des Kopfhörers kann die Batterie angeschaltet werden. Die Gesamtstromaufnahme sollte bei 9 V Batteriespannung etwa 3 mA (± 0,5 mA) betragen. Im Kopfhörer muß ein leichtes Rauschen hörbar sein. Weicht die Stromaufnahme stark ab, so ist die gesamte Schaltung nochmals auf Schaltfehler zu überprüfen. Läßt sich trotz Abweichung der Stromaufnahme kein Fehler feststellen, wird das Meßinstrument mit dem Kopfhörer in Reihe geschaltet. Ist der Kollektorstrom von T4 größer als etwa 0,7 mA, so muß man R17 vergrößern. Andernfalls muß man den Widerstand verkleinern. Die Arbeitspunkte von T2 und T3 stabilisieren sich selbst und bedürfen keiner Einregelung. Beim »Aufdrehen« von R1 (Schleifer an C17) muß das Rauschen im Kopfhörer zunehmen. Beim Berühren von C4 am Basisanschluß von T1 muß im Kopfhörer ein starkes Brummen oder Pfeifen hörbar sein. Dann ist der gesamte NF-Verstärker in Ordnung. Zuletzt überprüft man den Oszillator. Beim Kurzschließen von R19 muß das Rauschen abnehmen. Verringert sich das Rauschen nicht, so schwingt der Oszillator nicht; R20 (7,5 kΩ) muß dann in seinem Wert verkleinert werden (6,8 bis 4,7 kΩ).
Abschließend sind noch die Arbeitspunkte von T1 und T5 durch eine Kollektorstrommessung zu kontrollieren. Steht kein Instrument mit weniger als 1 mA Endausschlag zur Verfügung, so muß auf das Überprüfen und Einstellen der Arbeitspunkte von T1 und T5 verzichtet werden.
Der Kollektorstrom (I_C) von T1 wird mit R2 auf etwa 0,06 mA bei kurzgeschlossenem R19 eingestellt. Ist I_C kleiner als 0,06 mA, so verkleinert man R2. Andernfalls muß der Widerstand vergrößert werden. Wird der Kurzschluß über R19 aufgehoben, muß I_C von T1 auf etwa 0,1 mA ansteigen. I_C von T5 stellt man mit R20 ein. Sein Wert richtet sich nach Stromverstärkung, Schwingfreudigkeit und Rauschen von T5 und wird eventuell experimentell ermittelt.
Funktioniert der Fuchsjagdempfänger einwandfrei, so kann man die Leiterplatte in das Gehäuse einbauen. Alle anderen Bauteile werden im Gehäuse montiert und mit den entsprechenden Anschlüssen auf der Leiterplatte verbunden. Kurzschlüsse der Leiterplatte mit dem Gehäuse lassen sich vermeiden, wenn man zwischen beide eine Isolierzwischenlage, z. B. aus 0,5-mm-Vinidur, legt. Zwischen Leiterplatte und Gehäuse finden M4-Muttern als Distanzstücke Verwendung. Die Massefläche der Leiterplatte ist über eine kurze Drahtbrücke mit dem Gehäuse zu verbinden. Für die Spannungszuführung verwendet man den Druckkontakt einer alten Batterie. Die Rückseite ist mit Isolierband oder Heftpflaster zu isolieren. Die Skale (Bild 21) wird auf eine Hartpapierscheibe o. ä. aufgeklebt und diese wiederum auf einen Knopf, wie er z. B. im Fernsehgerät »Start« verwendet wurde (s. auch Bild 24).
Zum Endabgleich benötigt man ein geeichtes Grid-Dip-Meter oder einen geeichten 80-m-Band-Empfänger bzw. -Sender. Zuerst sind die Bandgrenzen mit dem Oszillator festzulegen. Dazu bringt man ein Grid-Dip-Meter in die Nähe des Ferritstabs, stellt es auf 3,5 MHz und gleicht bei hereingedrehtem Drehkondensator mit L2 den Oszillator auf 3,5 MHz ab. Im Kopfhörer ist dann ein Überlagerungston (Pfeifton) des Oszillators mit dem Grid-Dip-Meter hörbar. Anschließend stellt man das Grid-Dip-Meter auf 3,7 MHz und gleicht bei herausgedrehtem Drehkondensator mit C18 am Oszillator auf 3,7 MHz ab. Dieses wechselseitige Abgleichen ist zu wiederholen, bis die Bandgrenzen stimmen.
Steht ein 80-m-Sender zur Verfügung, so übernimmt dieser die Aufgabe des Grid-Dip-Meters, wobei die Ausgangsleistung auf ein Minimum reduziert wird. Günstiger ist es, nur den VFO in Betrieb zu setzen. Dadurch kann der Fuchsjagdempfänger nicht übersteuert werden.
Steht ein geeichter 80-m-Band-Empfänger zur Verfügung, so legt man die Antennenzuleitung in die Nähe des Fuchsjagdempfängers und schaltet den 80-m-Band-Empfänger auf A1. Die Oszillatorstrahlung des Fuchsjagdempfängers ist ausreichend, um im 80-m-Band-Empfänger ein gut hörbares Signal zu erzeugen. Zum Abgleich wird der 80-m-Band-Empfänger auf 3,5 MHz eingestellt. Dann variiert man L2 des Fuchsjagdempfängers bei hereingedrehtem Drehkondensator so lange, bis im 80-m-Band-Empfänger ein Signalmaximum zu hören ist. Beim Herausdrehen des Kernes erhöht sich die Oszillatorfrequenz, und beim Hineindrehen verringert sie sich. Danach wird der 80-m-Band-Empfänger auf 3,7 MHz eingestellt. Bei herausgedrehtem Drehkondensator stellt man mit C18 ebenfalls ein Überlagerungstonmaximum ein. Diesen Abgleich wiederholt man so lange, bis der Bereich von 3,5 bis 3,7 MHz überstrichen wird.
Abschließend bringt man den Vorkreis (L1, L3, C1, C2, C3) mit dem Oszillator in Gleichlauf. Der Fuchsjagdempfänger wird dazu auf einen möglichst schwachen Sender bei etwa 3,55 MHz eingestellt. Befindet sich in diesem Bereich kein Sender, dann entfernt man das Grid-Dip-Meter so weit vom Fuchsjagdempfänger, daß sein Signal gerade noch zu empfangen ist. Mit L1 wird dieses Signal auf größte Lautstärke gestellt. Danach stimmt man den Fuchsjagdempfänger auf etwa 3,65 MHz ab und bringt mit C2 den dort empfangenen Sender auf größte Lautstärke. Diesen wechselseitigen Abgleich von L1 und C2 wiederholt man so lange, bis keine Empfindlichkeitssteigerung mehr möglich ist. Bei diesen Abgleicharbeiten bleibt R23 auf seinem Größtwert (Schleifer an L4), S2 steht auf »Aus«, und es ist keine Stabantenne eingesteckt. Abschließend gleicht man die Seitenbestimmung mit der Zusatzstabantenne ab. S2 wird eingeschaltet und die Stabantenne aufgesetzt. Bei etwa 3,6 MHz empfängt man einen Fuchsjagdsender mit vertikaler Polarisation, der zuvor etwa 0,5 km vom Empfänger aufgestellt wurde. Mit L4 wird die größte Lautstärke dieses Senders eingestellt. Dabei hält man den Empfänger so, daß die Stabantenne vertikal steht.
Bei abgeschalteter Stabantenne wird nun das Minimum des Senders gesucht. Diese Stellung entspricht 0°. Bei zugeschalteter Stabantenne schwenkt man den Empfänger um − 90°, merkt sich diese Lautstärke und dreht den Empfänger auf + 90°. Zwischen − 90° und + 90° muß ein hörbarer Lautstärkeunterschied vorhanden sein. Mit R23 wird der größte Lautstärkeunterschied zwischen − 90° und + 90° eingestellt. Zum Schluß markiert man die Richtung auf dem Empfänger, aus der der Sender am leisesten zu empfangen ist, um später einen unbekannten Sender eindeutig anpeilen zu können.

5.5. Auszug aus dem Prüfbericht der zentralen GST-Werkstatt und Hinweise

Als Übungsgerät für den Fuchsjagdsport in der GST ist dieser Empfänger zweckmäßigerweise nur in Zusammenarbeit mit dem Kreisausbildungszentrum »Nachrichten« der Gesellschaft für Sport und Technik aufzubauen und auf den von dort veranstalteten Fuchsjagden zu betreiben. Jedes Empfängerexemplar sollte auf Einhaltung der Funk-Entstörbedingungen der Deutschen Post überprüft werden.

In der zentralen GST-Werkstatt entstand nach Tests an einem Gerätemuster folgender Bericht:
1. Allgemeine Einschätzung
Der vom Kameraden Siegmar Henschel entwickelte 80-m-Fuchsjagdempfänger arbeitet nach dem Prinzip der Direktmischung, einem Prinzip, das nicht neu, z. Z. aber bei Fuchsjagdempfängern nicht üblich ist. Er ist für die Anfängerausbildung auf Kreisebene entwickelt worden. Er ist einfach aufgebaut, billig und durch Ungeübte nachbaufähig.
2. Mechanischer Aufbau des Mustergeräts im Metallgehäuse
Der Empfänger ist klein und handlich.
Die Anordnung der Bedienelemente müßte etwas geändert werden. Bei der Betätigung des Lautstärkereglers besteht die Gefahr, die Frequenzeinstellung unabsichtlich zu verdrehen.
Die Befestigung der Bauelemente, die nicht auf der Leiterplatte angeordnet sind, könnte stabiler sein.
Das Gehäuse aus Stahlblech ist relativ schwer und könnte bei eventuellem Nachbau aus leichterem Material gefertigt werden.
3. Elektrische Eigenschaften des Mustergeräts
Die am Mustergerät gemessenen technischen Daten entsprechen denen der Beschreibung.
Die Eingangsempfindlichkeit ist nicht sehr groß, gestattet aber die Benutzung des Empfängers für Trainingszwecke und einfache Fuchsjagden.
Die Peileigenschaften des Empfängers sind gut. Die Minima bei der Peilung ohne Hilfsantenne sind sehr ausgeprägt. Bei der Arbeit mit Hilfsantenne ist eine eindeutige Seitenbestimmung möglich.
Die Stabilität des Oszillators ist für den Einsatzzweck des Empfängers völlig ausreichend.
4. Störstrahlungsmessung
An einer zu einem Schwingkreis erweiterten Rahmenantenne, die in einer Entfernung von 1 m von der Empfängerantenne aufgestellt war, wurde bei einer Frequenz 3,55 MHz eine Störspannung von 150 µV gemessen.

6. »Streichholzschachtel«-Kleinstempfänger für Mittelwellen-Ortssender

Es ist sowohl für Anfänger wie auch für Fortgeschrittene bisweilen reizvoll, einen Empfänger so klein zu halten, wie es von den verfügbaren Bauelementen her überhaupt noch Sinn hat. Das bedeutet selbstverständlich einige Kompromisse, u. a. in Empfindlichkeit, Bedienbarkeit, Senderangebot und Art der Wiedergabe (für die man daher einen Ohrhörer wählt).
Das Extrem an Kleinheit erreicht man mit einer einzigen gasdichten Knopfzelle als Stromquelle. Man erhält z. B. einen Akkumulator vom Typ D-0,1 für etwa 1,50 M. Die Ladeschaltung nach Bild 32 ermöglicht mit einer Quelle etwa 10maliges Nachladen; die Knopfzelle hält rund 200 Lade-Entlade-Zyklen aus.

6.1. Schaltung

Die Schaltung nach Bild 33 enthält außer Knopfzelle und Ferritstab nur 16 Bauelemente. Wegen des Ohrhörerbetriebs können die beiden Elektrolytkondensatoren bei Einbuße an Tiefenwiedergabe auch gegen z. B. mindestens 22-nF-Miniaturkondensatoren aus Polyester oder Papier (63 V) bzw. Keramikfolie ausgetauscht werden. Dadurch kann sich der Arbeitspunkt des betreffenden Transistors nicht mehr durch den Elektrolytkondensator-Reststrom verschieben. In der angegebenen Dimensionierung lassen sich Transistoren mit Stromverstärkungen zwischen 50 und 200 einsetzen; den in dieser Hinsicht besten benutzt man für das Audion (1. Stufe).
Mit einem Trimmpotentiometer von 250 kΩ wird das bezüglich bester Wiedergabe bei kleiner Stromaufnahme (etwa 1 mA) günstigste Teilerverhältnis ermittelt. Man setzt dann 2 Festwiderstände ein, die etwa das gleiche Verhältnis ergeben. Das Gerät ist für den Empfang des Mittelwellen-Ortssenders gedacht. Man stellt diesen Ortssender durch Verschieben des Ferritstabs in der Wicklung und gegebenenfalls durch Verändern der Windungszahl oder durch Variieren des Kreiskondensators (hier 330 pF) ein, so daß möglichst der Stab immer weit in der Wicklung steckt, und zwar auf der

Seite, die die Koppelwicklungen trägt. Bei größerem Volumen (das dann größere, vielleicht leichter beschaffbare Widerstände zuläßt) kann die Schaltung mit einem Drehkondensator abgestimmt werden. Bild 34 gibt Richtwerte für die Wicklungen.
Aus Platzgründen wird auch die Rückkopplung nur an einem Trimmpotentiometer (allerdings der soliden »Größe 1«) eingestellt. Übergang auf ein Potentiometer mit Schalter und die Möglichkeit, einen größeren Ferritstab einzubauen (höhere Empfindlichkeit!), sind weitere Vorteile eines größeren Aufbaus. Die Streichholzschachtelvariante stellt man also nur einmalig am Ferritstab auf den Ortssender ein. Die Rückkopplung zieht man dabei so weit an, daß noch kein »Blubbern« oder »Pfeifen« hörbar wird. Sehr nahe Sender dämpft man durch Linksdrehung am Potentiometer. Mit absinkender Batteriespannung wird gelegentlich eine kleine Korrektur erforderlich (mit Schraubenzieher oder auch über eine provisorische Achse). Eine gewisse Lautstärkevariation bietet die Peilwirkung des Ferritstabs. Allerdings muß die Rückkopplung dann von vornherein auf einen kleineren Wert eingestellt werden, damit bei ungünstiger Stabrichtung nicht Selbsterregung einsetzt.

6.2. Aufbau

Für das Gerät reicht tatsächlich die Hülle einer Streichholzschachtel als Gehäuse. Nach den bekannten Verfahren (z. B. Decklack in Röhrchenfeder und Ätzen in Ammoniumpersulfat) stellt man die Leiterplatte auf einseitig kaschiertem Hartpapier her. Die Platte wird von zwei ebensolchen Streifen flankiert, deren Folie bis auf einen etwa 5 mm breiten Randstreifen abzuschälen ist (mit dieser Folie werden die 14 mm × 35 mm großen Plättchen an die Leiterplatte angelötet). Eine dieser Platten erhält 1,3 mm große Bohrungen, in die Federn des Systems »Amateurelektronik« eingesetzt werden. Sie dienen als Gegenkontakte für den Dreifachstecker (1-mm-Stifte in einem mit 2 Kupferinseln versehenen Hartpapierplättchen), an den die Ohrhörerschnur anzulöten ist. Der Stecker läßt sich auf diese Weise gleichzeitig als Einschalter verwenden, wie sich aus Bild 33 schon erkennen läßt. Die Leiterplatte wird gemäß Bild 35 bestückt; Bild 36 zeigt die Kontaktierung der Knopfzelle. Bild 37 vermittelt einen Eindruck von einem ähnlichen Modell mit Trimmer-Feinabstimmung.

6.3. »Streichholzschachtel«-Empfänger mit Abstimmung

Selbstverständlich kann dieses Gerät, dessen Schaltung sich außer durch die Drehkondensatorabstimmung nur noch in kleinen Einzelheiten von der vorigen unterscheidet, auch mit größeren Bauelementen in entsprechend größerem Gehäuse aufgebaut werden. Abstimmen kann man entweder durch einen Spindelantrieb für den Ferritstab (s. Originalbauplan Nr. 14 »Transistorkleinstempfänger mini 1 und mini 2«) oder mit einem Drehkondensator. In diesem Fall wird aus dem 330-pF-Kondensator im Schwingkreis der Drehkondensator. Da Kleinstdrehkondensatoren heute in der Regel für Überlagerungsempfänger (»Super«) vorgesehen sind, enthalten sie zwei getrennte Pakete, die man im vorliegenden Fall parallelschaltet. Im folgenden wird die Drehkondensatorvariante beschrieben.
Bild 38 läßt einige kleine Änderungen gegenüber Bild 33 erkennen. Aus Platzgründen wurde aus dem Basisteiler ein Vorwiderstand. Sein Wert ist wieder mit Trimmpotentiometer zu ermitteln (beste Wiedergabe anstreben, Gesamtstromaufnahme des Geräts etwa 1 mA). Der frei gewordene Platz nimmt den Ladevorwiderstand auf, so daß zum Nachladen der fest eingebauten Knopfzelle lediglich von außen ein 2-V-Kleinakkumulator (RZP2) anzuschließen ist. Der Widerstand von 12 kΩ im Kollektorkreis des Audions wurde auf 6,8 kΩ reduziert, damit die Rückkopplung auch bei Transistoren mit kleinerer Verstärkung noch bei kleinster Batteriespannung funktioniert. Weitere Detailänderungen ergaben sich aus der räumlich günstigsten Anordnung auf der Leiterplatte. Die Variante mit induktiver Abstimmung läßt die gleichen Wickeldaten wie die in Abschnitt 6.1. zu, während die der Drehkondensatorvariante vom Kondensatortyp abhängen. Die induktive Abstimmung erfordert mehr mechanisches Geschick. Man wird den beim »Transistorkleinstempfänger mini« zugelassenen Abstimmhub etwas verringern müssen, wenn die Streichholzschachtelabmessungen gewahrt bleiben sollen, oder man baut größer.

Für die Drehkondensatorvariante wird ein besonders kleines Modell benötigt, z. B. ein Typ aus dem Taschenempfänger »Club«, »Orljonok« o.ä. Für den »Club«-Drehkondensator, dessen Anschlüsse »A« und »O« miteinander zu verbinden sind (zwischen ihnen und dem Mittelanschluß liegt dann das variable C), zeigt Bild 39 das Leitungsmuster. Bild 40 enthält den Bestückungsplan des Schachteleinschubs. Der Drehkondensator braucht relativ viel Platz, so daß für das Rückkopplungspotentiometer ein Typ der Größe 05 notwendig ist. Als Ferritstab dient ein Flachstab, den man durch Ritzen mit einer Feile und Abbrechen im Schraubstock auf etwa 50 mm kürzt. Seine Wickeldaten gehen aus Bild 41 hervor. Die stehende Anordnung sämtlicher Widerstände erlaubt es übrigens, notfalls auch 1/8-W-Typen statt der 1/20-W-Widerstände einzusetzen. Allerdings muß man den dann nach oben zeigenden Drahtanschluß relativ dicht am Körper abbiegen. Er wird – mit Isolierschlauch überzogen – parallel zum Widerstandskörper heruntergeführt.

6.4. Bauhinweise

Der Einschub besteht wieder aus 3 Stücken: der Leiterplatte und den beiden Seitenwänden aus teilweise abgeschältem kupferkaschiertem Hartpapier, die mit der Leiterplatte verlötet werden. Sie tragen auch die Anschlüsse für die 3polige Eigenbausteckerleiste des Ohrhörers, die wiederum gleichzeitig als Einschalter benutzt wird. Gegenkontakte sind Federn des »Amateurelektronik«-Systems in Dreier-Lochgruppen von je 1,3 mm Durchmesser und 2,5 mm Abstand (s. Bild 42). Gleiche Federkontakte verwendet man für den Anschluß von Hilfsantenne und Erde in schlechten Empfangslagen. Über den positiven Anschluß und die Erdbuchse (zwischen dieser und Gerätemasse liegt der 82-Ω-Ladewiderstand) läßt sich die fest eingebaute Knopfzelle entsprechend den Hinweisen in Abschnitt 6.1. laden. Diese Knopfzelle befestigt man auf der Leiterplatte wieder mit 2 Drahtbügeln (Pluspol); mit 2 dünneren U-Stücken aus Draht wird unterhalb der Zelle der Minuspol kontaktiert. Der Drehkondensator ist mit 2 kurzen Senkschrauben zu befestigen; die Leiterplatte erhält dazu symmetrisch zur Bohrung für die Achse im Abstand von je 6 mm 2 Senklöcher. Ein Loch für die Achse bohrt man auch in die Hülle der Streichholzschachtel, die an dieser Stelle beim Einschieben der Leiterplatte etwas anzuheben ist. Durch ein weiteres Loch steckt man einen abgewinkelten, passend gefeilten PVC-Streifen für das Rückkopplungspotentiometer. Auch das Bedienelement für den Drehkondensator besteht nur aus einem schmalen Streifen PVC, den man auf die Achse schraubt. Bild 43 zeigt die Innenansicht des Empfängers (Bauelementeseite). Der Empfänger erhält ein gefälligeres Aussehen, wenn die Schachtel mit Karton beklebt und beschriftet wird. Fotoamateure können im Kontaktverfahren von einem auf Transparentpapier gezeichneten Negativ (Tusche verwenden!) eine schwarze Hülle mit weißer Beschriftung gewinnen. Man kopiert unter Glas auf hartes oder extrahartes Papier (Probestreifen für gewünschten Schwärzungsgrad in Abhängigkeit von der Zeit anfertigen!).

6.5. Ladeeinrichtung

Der RZP2-Akkumulator für das Nachladen der Knopfzelle findet am besten in einem mit Kontaktstreifen versehenen Behälter des Systems »Amateurelektronik« Platz. Außen erhält der Batteriebehälter einen Streifen aus kupferkaschiertem Hartpapier, der mit 3 Steckern versehen ist: 2 für Plus und Minus, der dritte ist isoliert und dient nur dazu, das Ladegerät unverwechselbar in die richtigen Federbuchsen des Empfängers einzuführen.

6.6. Tips für Lautsprecherwiedergabe

Mit den Bausteinen KES 1 und KES 2 stehen seit Mitte 1974 zwei rationelle Möglichkeiten zur Verfügung, jeden Eigenbau-Kopfhörerempfänger bei Bedarf schnell und jederzeit wieder lösbar in ein Gerät mit Lautsprecherwiedergabe zu verwandeln. Auf die bautechnischen Einzelheiten, die auch weitgehend von Lautsprechergröße, Batterietyp und gewünschtem Bedienungskomfort (z. B. externer Drehkondensator) abhängen, kann aus Platzgründen nicht eingegangen werden.
Bild 44 zeigt die allgemeine Übersichtsdarstellung für eine solche Erweiterung; aus Bild 45 geht die Beschaltung bei KES 1 und aus Bild 46 die für KES 2 hervor. Während die KES 1 bereits ab 2 V Betriebsspannung arbeitet und bei 4 V maximal 10 mW abgibt, sollte man der KES 2 wenigstens 6 V anbieten; man erhält bei 9 V z. B. schon mehr als 100 mW. Wer noch größere Leistungen wünscht, greife zum größeren LVB 2. Alle drei Bausteine wurden übrigens zusammen mit sieben anderen

im Originalbauplan Nr. 26 beschrieben. (Hinweis: Ab Oktober 75 stehen in der Reihe »electronica« in den beiden Broschüren »Amateurelektronik 75« alle Informationen zu diesem System zusammengefaßt zur Verfügung, gesammelt aus den Originalbauplänen Nr. 13, 16, 19 und 26 sowie mit zahlreichen Ergänzungen versehen.)
Für den Betrieb des Audionteils gibt es mehrere Möglichkeiten, was die Kombination mit der Batterie des Lautsprecherzusatzteils betrifft: entweder getrennt mit getrenntem Schalter oder Knopfzelle bei Anschluß ständig gepuffert (in beiden Fällen wird aber die Betriebszeit von der Akkumulatorkapazität »gequantelt«, danach muß dem Akkumulator zum – im zweiten Fall automatischen – Nachladen aus der Batterie Zeit gegeben werden!) oder bei herausgenommener Knopfzelle über Vorwiderstand.

Tabelle 1 Bauelemente des Direktmischempfängers

R1	5 kΩ Knopfpotentiometer mit Schalter für gedruckte Schaltung
R2	82 kΩ Abgleichwert 47 bis 120 kΩ
R3	6,8 kΩ
R4	6,8 kΩ
R5	910 Ω
R6	5,6 kΩ
R7	100 kΩ
R8	220 kΩ
R9	470 Ω
R10	100 kΩ
R11	2,7 kΩ
R12	100 kΩ
R13	330 Ω
R14	330 Ω
R15	330 Ω
R16	2,1 kΩ
R17	3,9 kΩ (Abgleichwert 2,7 bis 5,1 kΩ)
R18	33 kΩ
R19	33 kΩ
R20	7,5 kΩ (Abgleichwert 4,7 bis 8,2 kΩ)
R21	100 Ω
R22	51 Ω
R23	10 kΩ (ESR)

Alle Festwiderstände 1/8 W

C1	27 pF Rohrkondensator
C2	4/20 pF Trimmer
C3	4/12 pF Drehkondensator Typ 1002
C4	1 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C5	10 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C6	10 µF/15 V TGL 200-8308 (stehend für gedruckte Schaltung)
C7	1,5 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C8	4,7 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C9	47 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C10	5 µF/15 V (wie C6)
C11	10 nF/63 V Kunstfolie
C12	10 nF/63 V Kunstfolie
C13	10 µF/15 V (wie C6)
C14	50 µF/15 V (wie C6)
C15	1 µF/15 V TGL 8798
C16	4,7 nF/63 V Epsilan-Scheibe
C17	10 µF/15 V (wie C6)
C18	4/20 pF Trimmer
C19	47 pF Rohrkondensator
C20	680 pF Kunstfolie
C21	220 pF Kunstfolie
C22	0,1 µF/63 V Epsilan-Scheibe
T1	SC 207 b oder c
T2	SC 206 b oder c
T3	SC 206 b oder c
T4	GC 116 b
T5	SF 215 b oder c

Tabelle 2 Spulendaten für den Direktmischempfänger

L1	2,9 µH	25 Wdg., 0,3-mm-CuLS	Spulenkörper S1	Kern Mz 36 Form E[1)]
L2	34 µH	70 Wdg., 0,3-mm-CuLS	M2	Mz 36 Form A
L3	29 µH	21 Wdg., 0,3-mm-CuLS Anzapfung 4 Wdg.	Ferritstab 10 × 160 aus Manifer 340[2)]	
L4	82 µH	150 Wdg., 0,25-mm-CuL	Spulenkörper M2	Mz 36 Form A

1) Spulenkörper und Kerne vom VEB Hochfrequenzwerkstätten Meuselwitz
2) Ist z. B. in Kofferempfängern mit KW-Teil enthalten. Farbkennzeichnung Orange/Gelb

1.–20. Tausend · © Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik (VEB) – Berlin, 1975 · Cheflektorat Militärliteratur · Lizenz-Nr. 5 · LSV 3539 · Lektor: Wolfgang Stammler · Zeichnungen: Manfred Schulz · Typografie: Helmut Herrmann · Hersteller: Hannelore Lorenz · Vorauskorrektor: Ilse Fähndrich · Korrektor: Gertraut Purfürst · Printed in the German Democratic Republic · Lichtsatz: GG Interdruck Leipzig · Druck und Buchbinderei: Sachsendruck Plauen · Redaktionsschluß: 15. Januar 1975 · Bestellnummer: 745 671 8

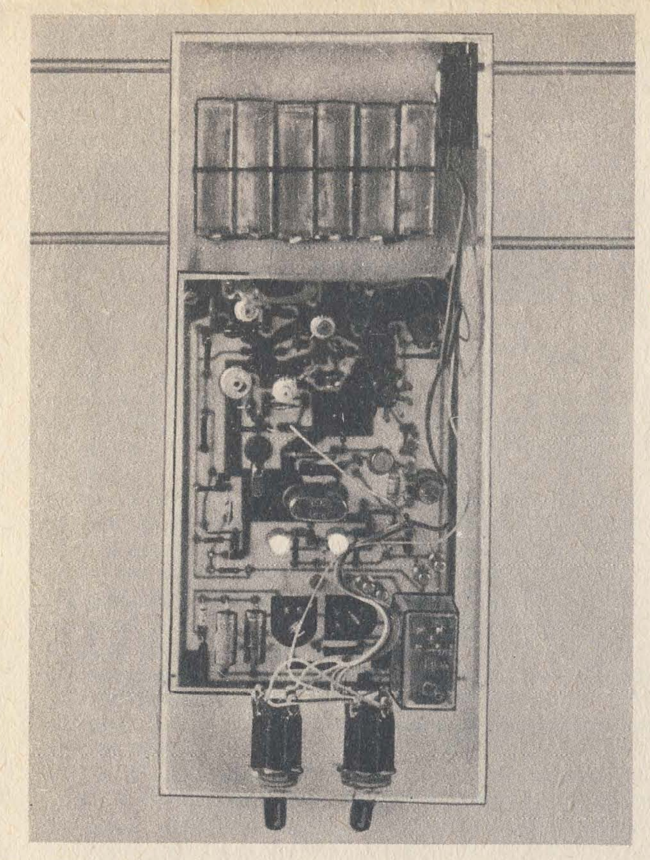


Bild 1
Vollautomatischer Fuchsjagdsender für Trainingszwecke für das 80-m- und das 2-m-Band
Bild 2
Geländeskizze für eine Fuchsjagd
Bild 3
So sollte der Empfänger beim Peilen gehalten werden

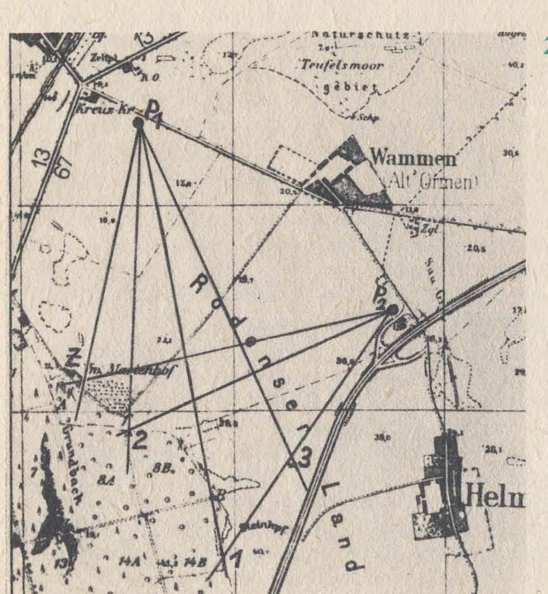
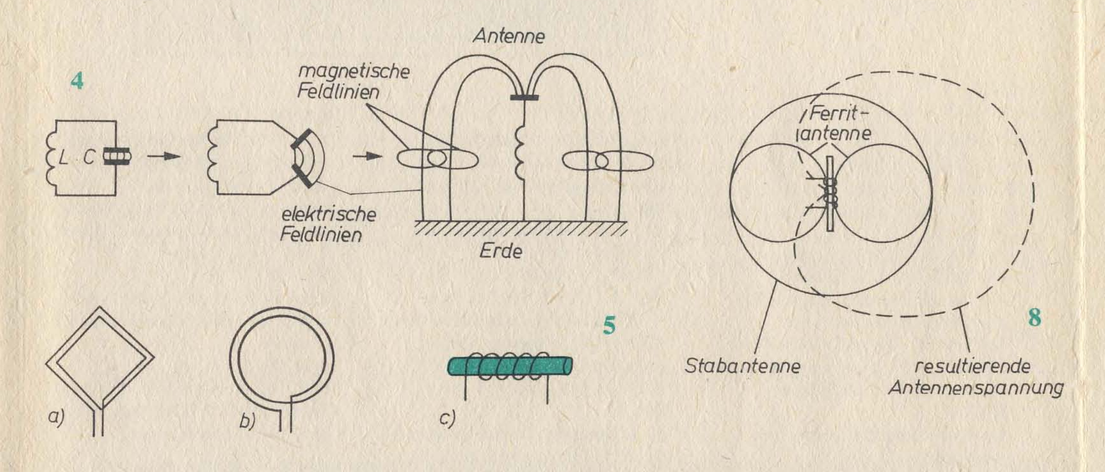




Bild 4
Vereinfachte Modellvorstellung für das Entstehen eines Senderfelds
Bild 5
Peilantennen; a, b – Peilrahmen, c – Ferritstab
Bild 6
Peilantennen im Senderfeld (magnetische Komponente); a – Rahmenantenne, b – Ferritantenne, c – Antennenspannung der Rahmenantenne, d – Antennenspannung der Ferritantenne in Abhängigkeit von der Lage zum Sender



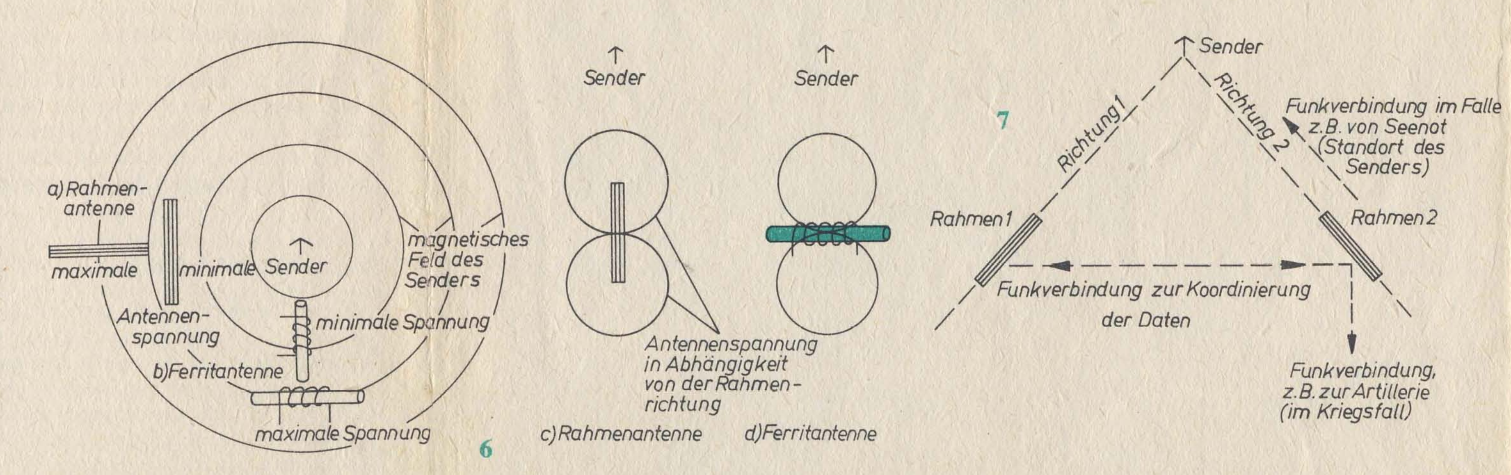


Bild 7
Anpeilen eines Senders von 2 Empfängern aus mit Anwendungsbeispielen
Bild 8
Seitenbestimmung durch Überlagern der Spannung von Peil- und Stabantenne (deren Spannung möglichst der maximalen der Peilantenne entsprechen soll)
Bild 9
Zur Seitenbestimmung (ausgezogen: magnetisches Feld; gestrichelt: elektrisches Feld; strichpunktiert: elektrisches Feld mit L_v)
Bild 10
Schaltung eines Detektorempfängers

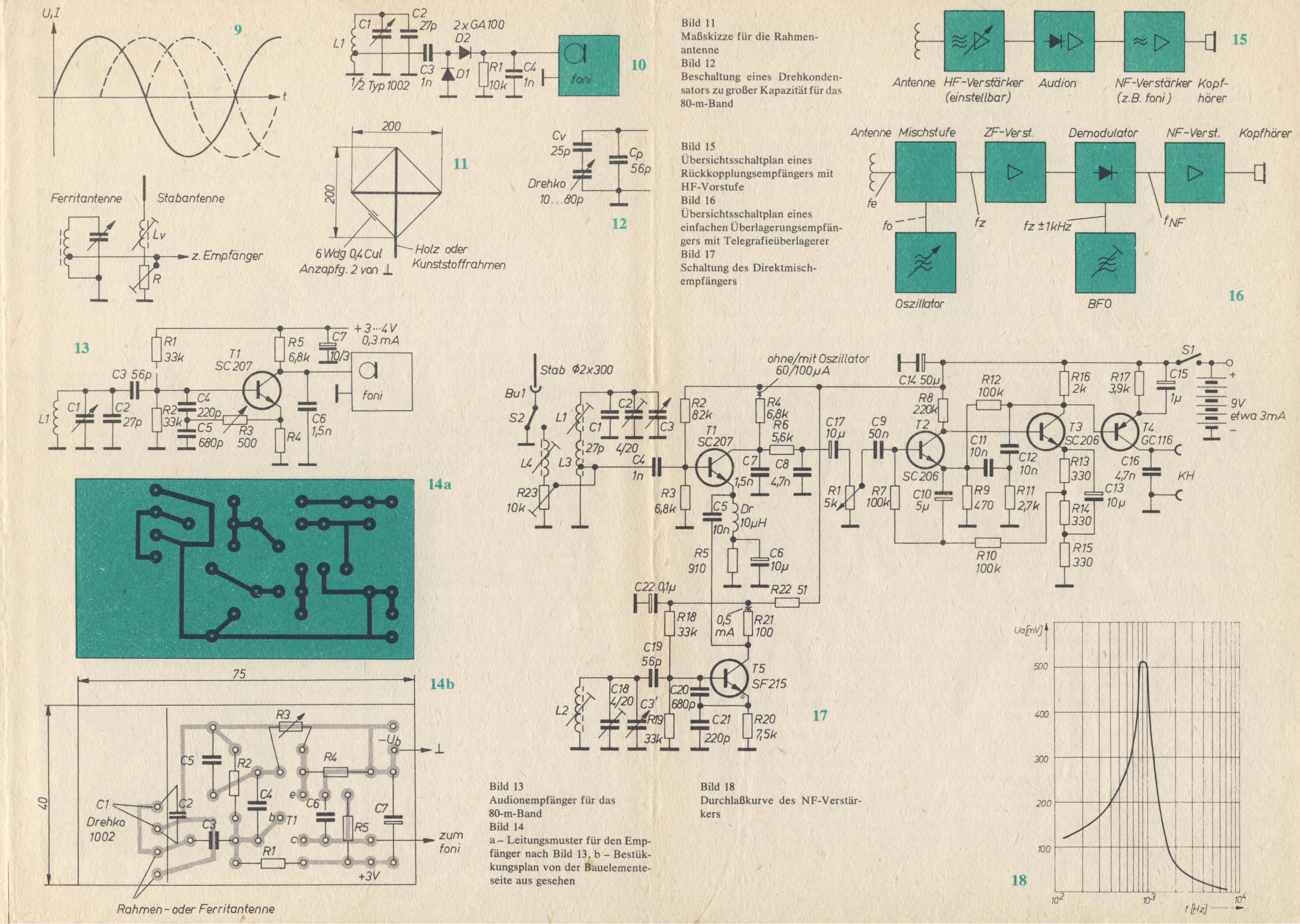


Bild 11
Maßskizze für die Rahmenantenne

Bild 12
Beschaltung eines Drehkondensators zu großer Kapazität für das 80-m-Band

Bild 15
Übersichtsschaltplan eines Rückkopplungsempfängers mit HF-Vorstufe

Bild 16
Übersichtsschaltplan eines einfachen Überlagerungsempfängers mit Telegrafieüberlagerer

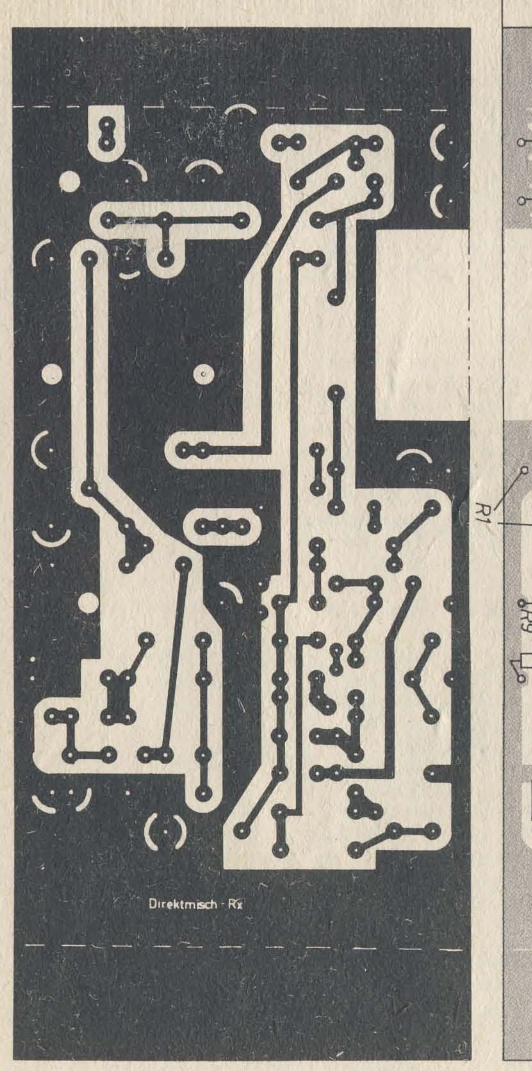
Bild 17
Schaltung des Direktmischempfängers

Bild 13
Audionempfänger für das 80-m-Band

Bild 14
a – Leitungsmuster für den Empfänger nach Bild 13, b – Bestükkungsplan von der Bauelementeseite aus gesehen

Bild 18
Durchlaßkurve des NF-Verstärkers





60

20

135

Anz.L3 L4 R23 L3 R3 C4 C7 T1 C2 L1 C1 R2 R4 C3 C3' R6 an R1 C8 C18 R1 C9 C17 C6 Dr C5 R7 C10 T2 R5 L2 C19 C14 KH R9 C11 R10 R22 R18 R19 KH R12 R11 C15 R17 R21 C20 T5 C21 C12 R16 T3 R8 R15 C13 R13 R14 C22 R20 an S1 Batt.

Direktmisch - Rx

Bild 19
Leitungsmuster des Direktmischempfängers
Bild 20
Bestückungsplan, von der Bauelementeseite gesehen

21

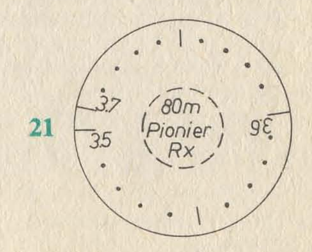
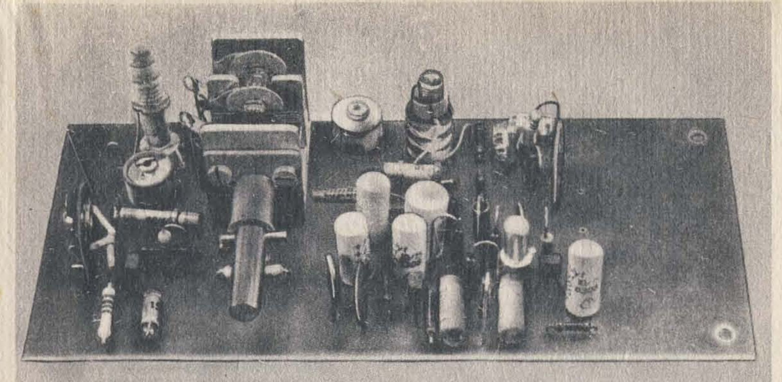


Bild 21
Kreisskale für den Frequenzbereich 3,5 bis 3,7 MHz

22



23

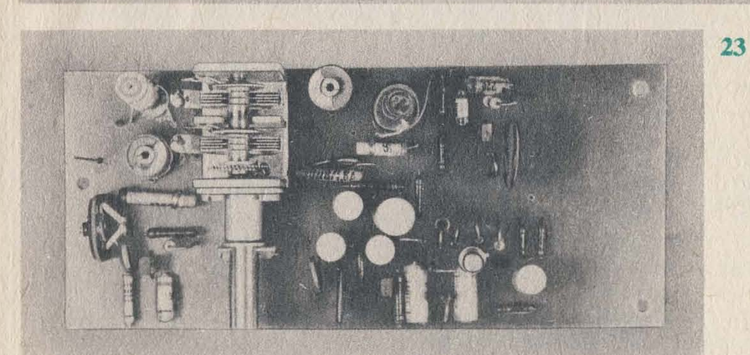
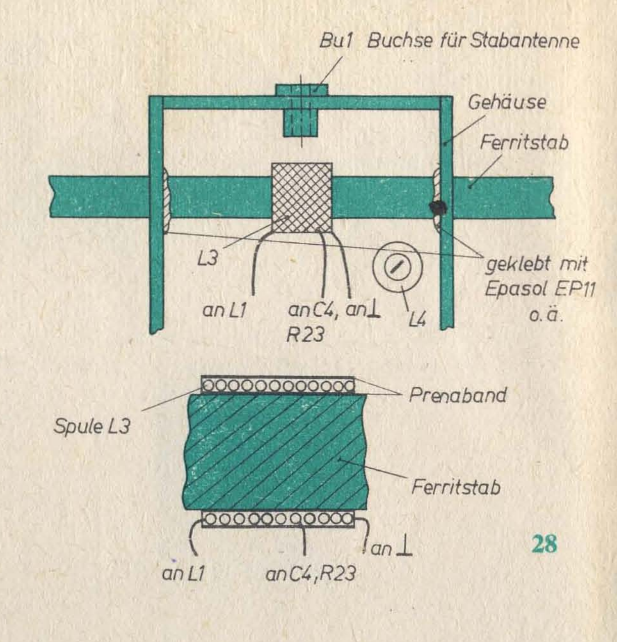
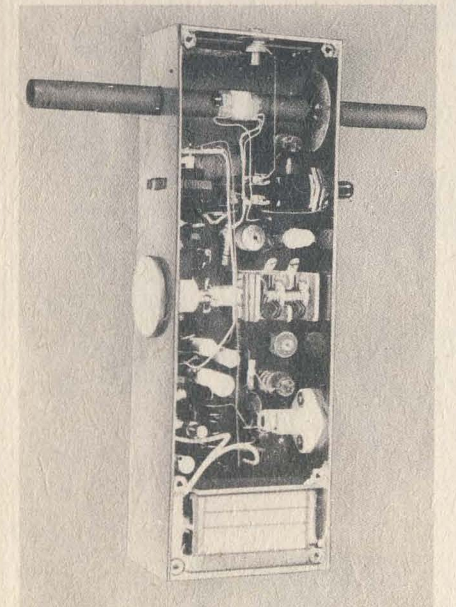


Bild 22
Bestückte Leiterplatte des Direktmischempfängers
Bild 23
Draufsicht auf die Leiterplatte
Bild 24
Im Gehäuse eingebauter Direktmischempfänger
Bild 25
Eingangsteil des Direktmischempfängers

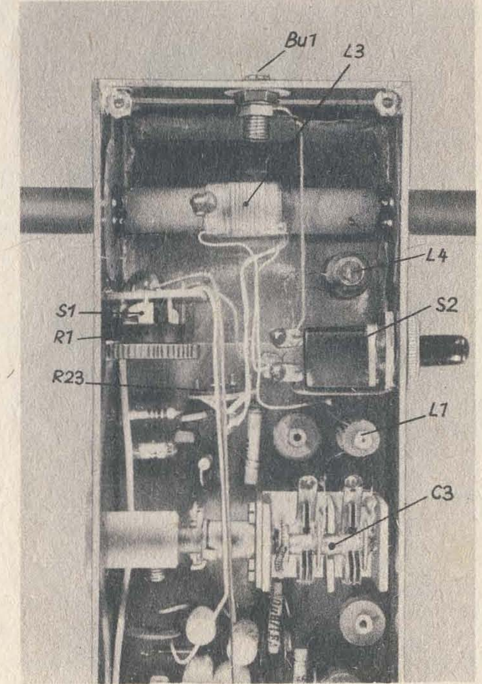
Bild 26
Für Demonstrationszwecke in ein Piacryl-Gehäuse eingebauter Direktmischempfänger
Bild 27
Größenvergleich zweier etwa gleichwertiger Fuchsjagdempfänger; links: Superhet nach »Elektronisches Jahrbuch 1975«, Seite 151 bis 159, rechts: Direktmischempfänger im Stahlblechgehäuse
Bild 28
Ferritstabwicklung (L3)



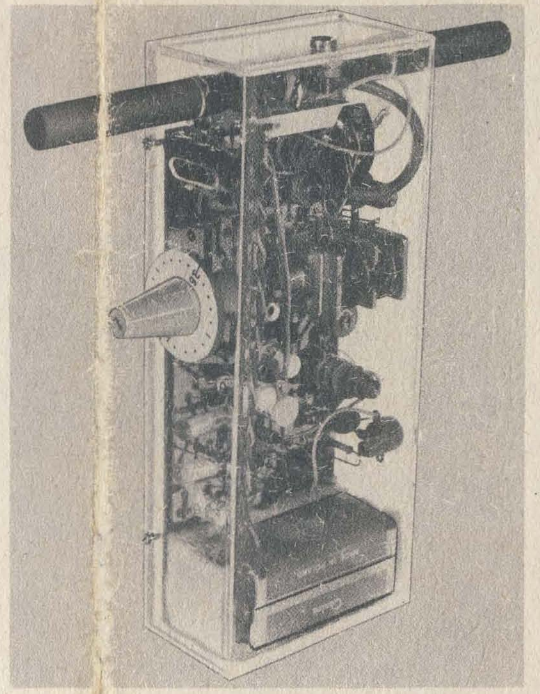
28



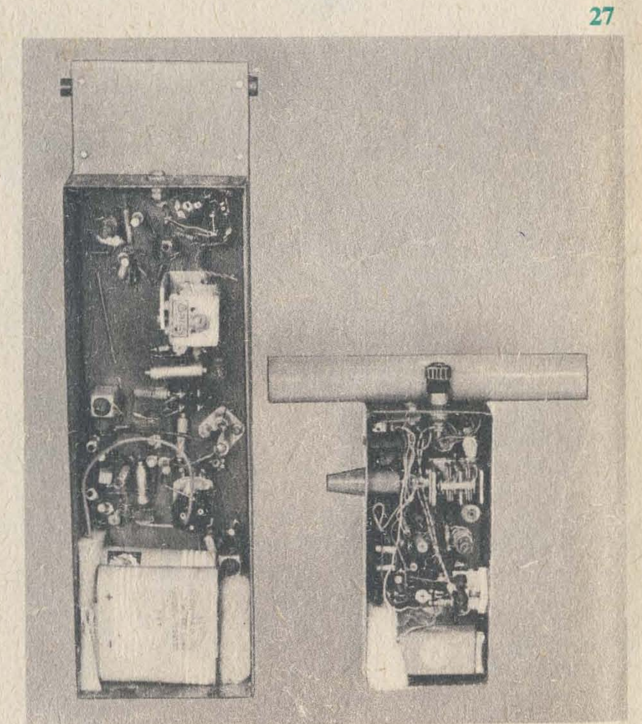
24



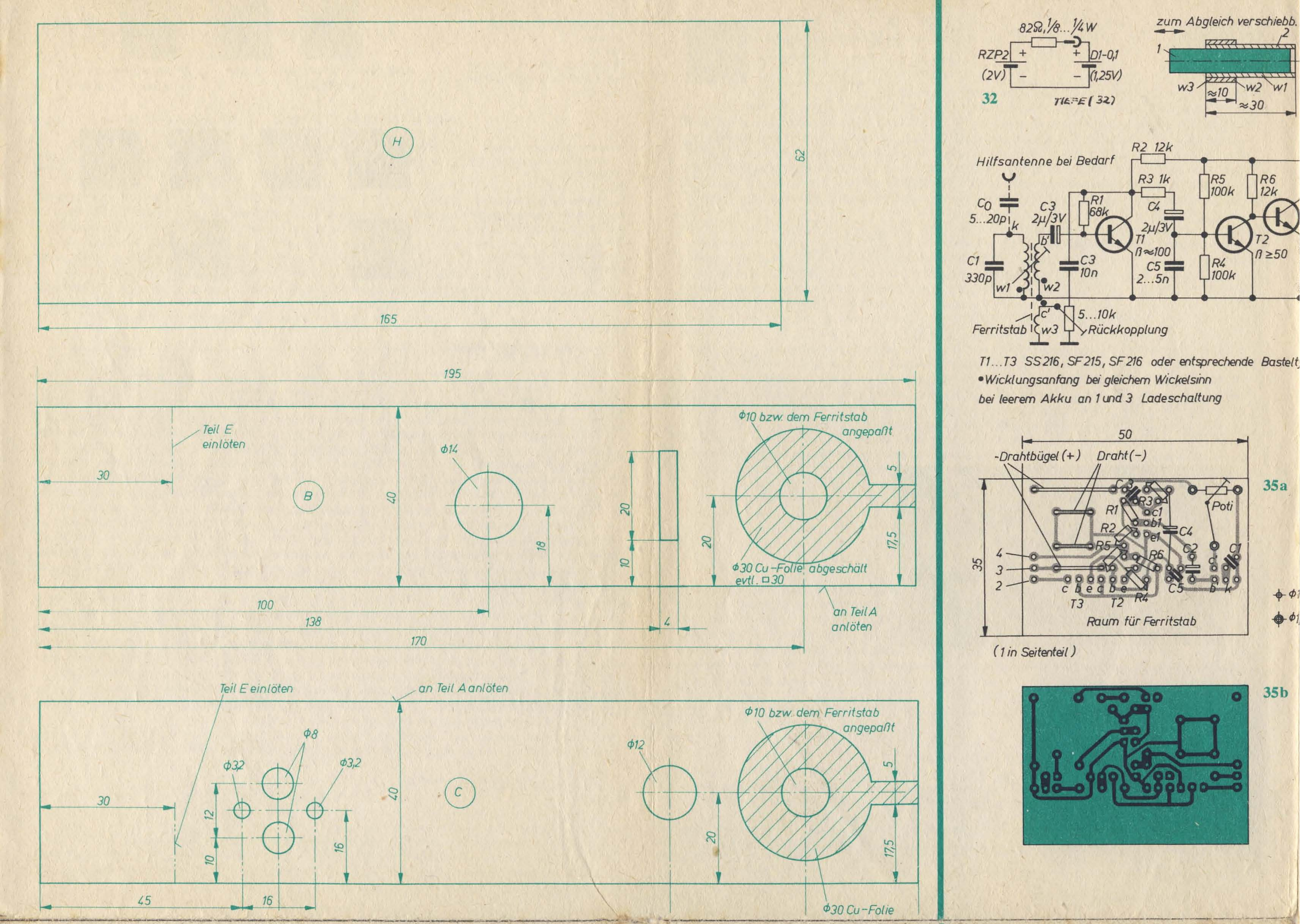
25



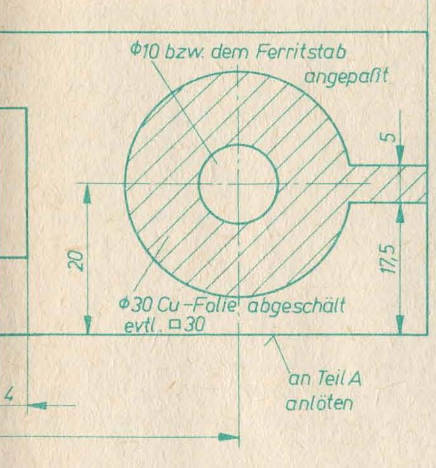
26

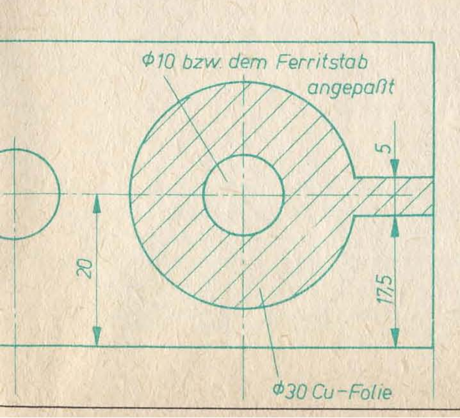


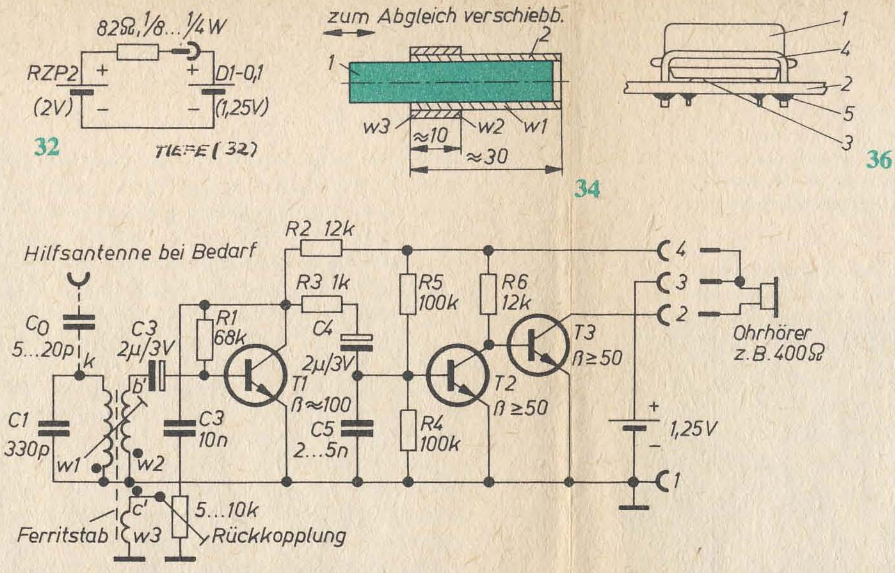
27


H
165
62
195
Teil E einlöten
30
B
Φ14
40
18
20
10
4
100
138
170
Φ10 bzw. dem Ferritstab angepaßt
5
17,5
Φ30 Cu-Folie abgeschält evtl. □30
an Teil A anlöten
Teil E einlöten
an Teil A anlöten
Φ8
Φ3,2
Φ3,2
Φ12
C
12
16
45
Φ30 Cu-Folie
82Ω, 1/8...1/4W
RZP2 (2V)
D1-0,1 (1,25V)
32
TIEFE (32)
zum Abgleich verschiebb.
w3
≈10
w2
w1
≈30
Hilfsantenne bei Bedarf
R2 12k
R3 1k
R5 100k
R6 12k
C0 5...20p
C3 2μ/3V
R1 68k
C4 2μ/3V
T1 ß≈100
T2 ß≥50
C1 330p
C3 10n
C5 2...5n
R4 100k
5...10k
Ferritstab
Rückkopplung
T1...T3 SS216, SF215, SF216 oder entsprechende Basteltyp
•Wicklungsanfang bei gleichem Wickelsinn
bei leerem Akku an 1 und 3 Ladeschaltung
50
-Drahtbügel (+)
Draht (-)
35a
Poti
35
Raum für Ferritstab
(1 in Seitenteil)
35b



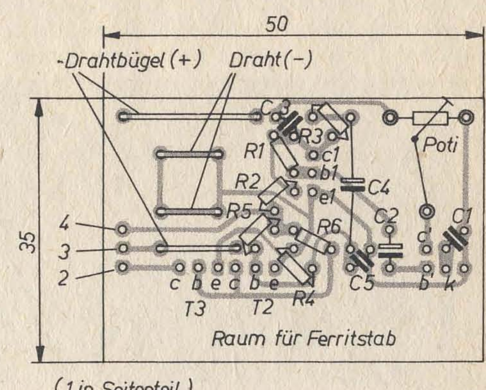




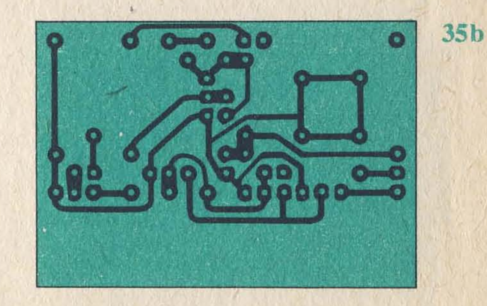


T1...T3 SS 216, SF 215, SF 216 oder entsprechende Basteltypen
• Wicklungsanfang bei gleichem Wickelsinn
bei leerem Akku an 1 und 3 Ladeschaltung

33



35a



35b

Φ1
Φ1,3

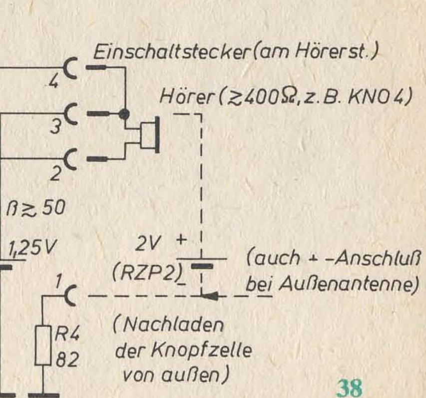
Bild 30
Ansicht des Gehäuses aus kupferkaschiertem Material (die Bezeichnungen entsprechen den Einzelteilzeichnungen von Bild 29). »5« muß »G« heißen!
Bild 31
Betriebsbereiter Empfänger
Bild 32
Ladeschaltung für Knopfakkumulatoren

Bild 33
Miniatur-Einkreisempfänger mit Si-Transistoren und fester Abstimmung auf den Ortssender
Bild 34
Antennenstabwicklung für den Empfänger nach Bild 33. 1 – Ferritstab, Durchmesser 8, ≈ 40 lang, 2 – Draht, Durchmesser ≈ 0,3, Lack-Seide-Isolation mit Alleskleber festgelegt, Träger: Pappröhrchen; w1 ≈ 80 Wdg., w2 ≈ 16 Wdg., w3 ≈ 8 Wdg.
Bild 35
b – Leitungsmustervorschlag und a – Bestückungsseite der Leiterplatte für Bild 33

Bild 36
Einzelheit »Knopfzellenkontaktierung«. 1 – gasdichter Akkumulator, 2 – Leiterplatte, 3 – Draht, Durchmesser 0,5 (flach, Minus), 4 – Draht, Durchmesser 1 (Bügel, Plus), 5 – Lötstellen
Bild 37
Muster eines dem »Streichholzschachtel«-Empfänger ähnlichen Modells
Bild 38
Mit Drehkondensator abstimmbarer Miniatur-Einkreisempfänger mit Si-Transistoren

37

Hilfsantenne bei Bedarf
Co 5...20p
"A+0"
C2 2...5µ/3V
R1 68k
R3 1...2k
R2 6,8k
R5 ≥390k
R6 12k
C4 2...5µ 3V
T1 ß≈100
T2 ß≥50
T3 ß≥50
K w1 w2
C3 10n
C5 3...10n
Mikki-Drehko o.ä.
Ro 5...10k
(Abstimmung) (Rückkopplung)



38

• Wicklungsanfang bei gleichem Wickelsinn
T1...T3: SS 216, SF 215, 216 oder entspr. Basteltypen
R5-Wert von ß2 abhängig!

53
140
170
195
abgeschält
evtl. □30

D
37
62

Bild 29
Einzelteilzeichnungen für ein Gehäuse nach Bild 30; alle Abmessungen auf Kupferseite bezogen

29b

ϕ12 ϕ6
31
Cu-Folie abgeschält
F
5
29
37
16
62
an Teil A anlöten

7,5
5
E
5
20
62
an Teil C anlöten
an Teil B anlöten

G
30
10
15
16
30
62
s. Text

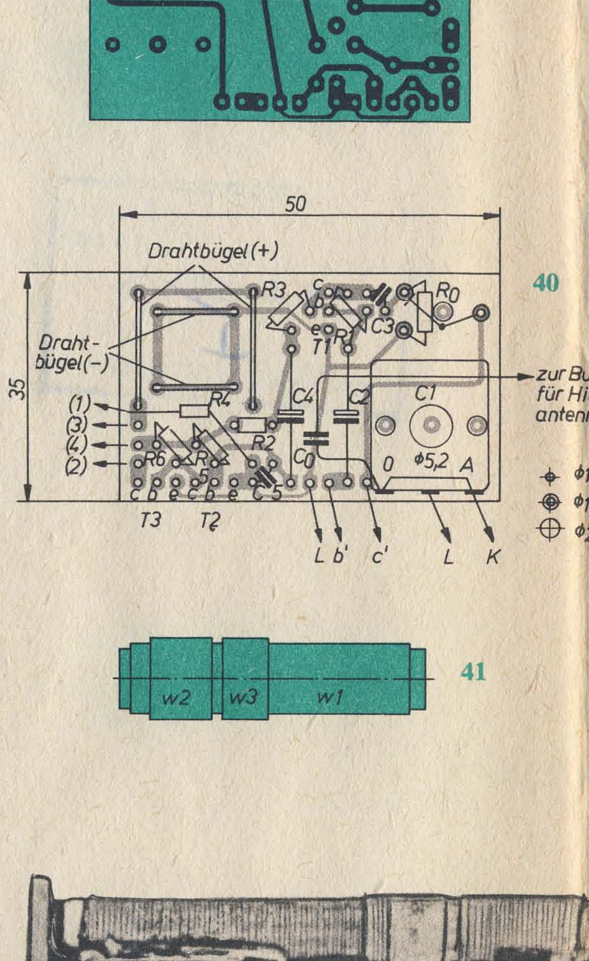
an Teil B anlöten s. Text
I
20
12,5
7,5
Trennlinien etwa 1mm breit
10
15
20

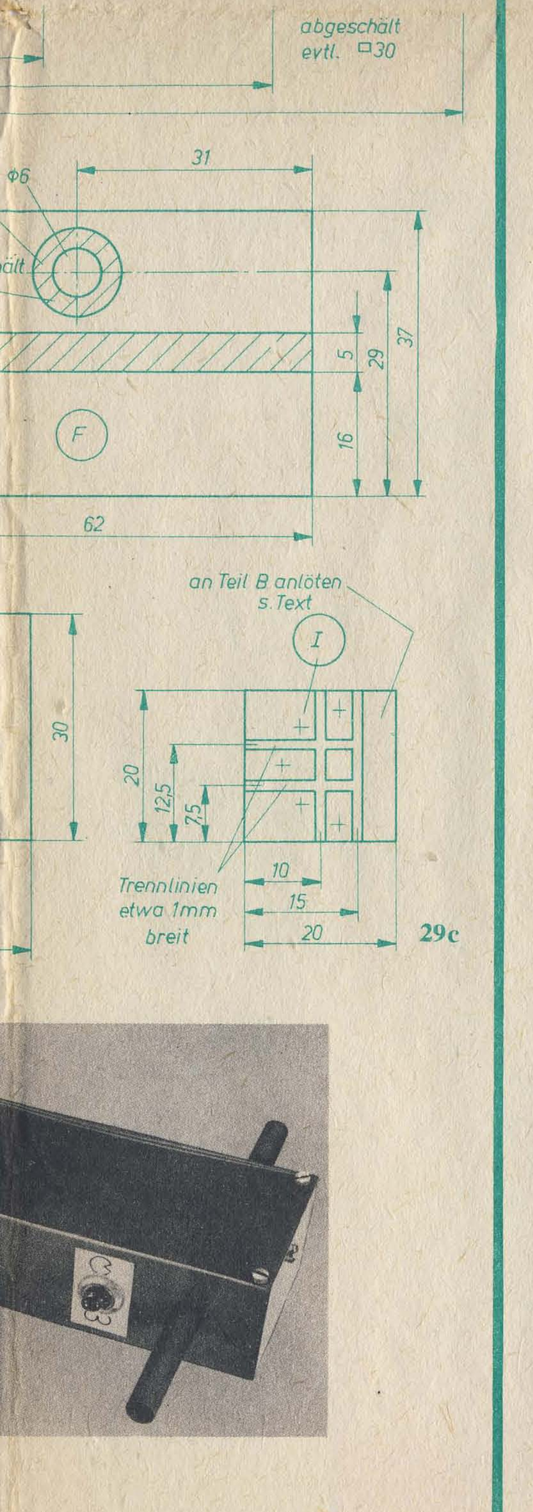
29c

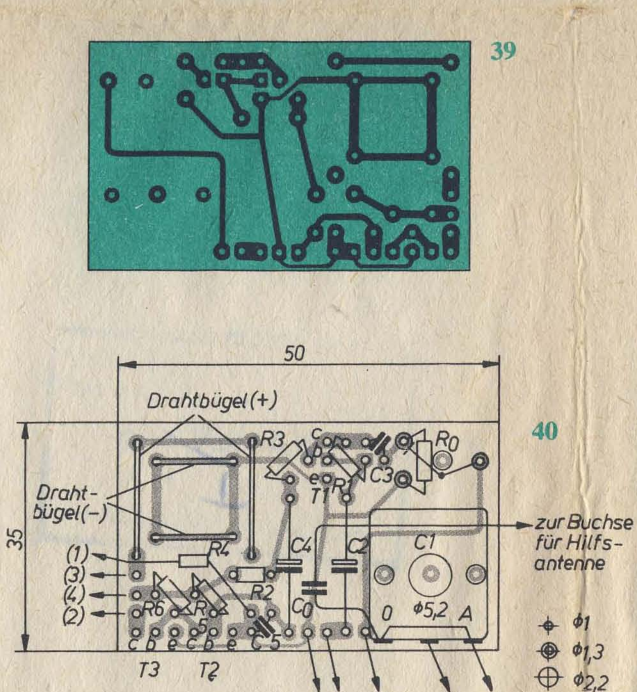
30

E B I F D A C 5 H

31







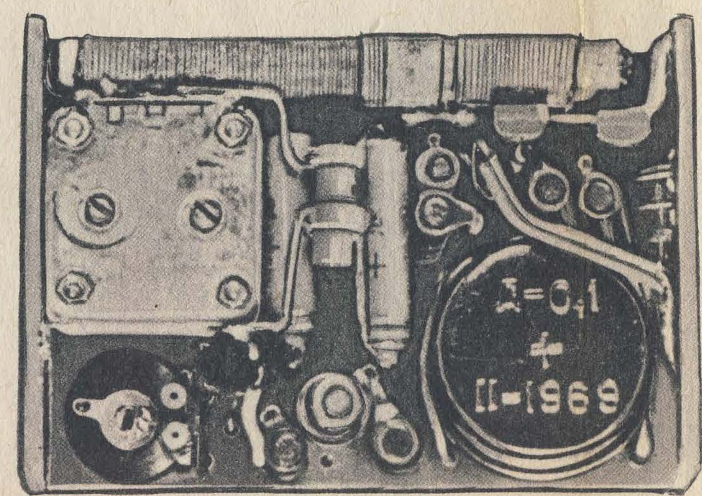

43



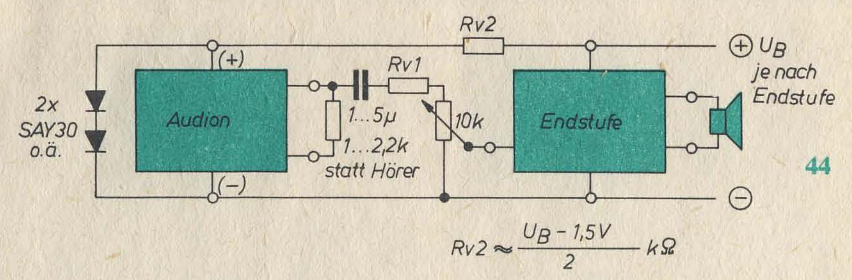
Bild 39
Leitungsmustervorschlag für Bild 38

Bild 40
Bestückungsseite der Leiterplatte nach Bild 39. (1): zur Ladebuchse

Bild 41
Ferritstab für den Empfänger nach Bild 38: »Mikki«-Ferritstab auf ≈ 50 mm gekürzt. w1 ≈ 110 Wdg., w2 = 25 Wdg., w3 = 18 Wdg., Draht ≈ 0,3 CuLKc (»Lack-Seide«) oder entsprechend dünne Litze

Bild 42
Anschlüsse und Stecker für den Miniaturempfänger

Bild 43
Blick auf die Bauelementeseite des Musters zu Bild 38



$$Rv2 \approx \frac{U_B - 1{,}5\,V}{2}\ k\Omega$$

Bild 44
Übersichtsdarstellung »Audion nach Abschnitt 6. mit Endstufe und externer Batterie«. R_{v1} wegen hoher Audionverstärkung nötig

Bild 45
Grundbeschaltung der KES 1 (10 mW): R nötig bei kleinem Vorstufen-R_i wegen Gegenkopplung. C für tiefere untere Grenzfrequenz (z. B. 100 µF)

Bild 46
Grundbeschaltung der KES 2 (100 mW): C bis 500 µF (s. Bild 45); U_B ab 3 V bis 9 V

